

Государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Городецкий Губернский колледж»



**Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки)
покрытыми электродами**

Методические рекомендации
по выполнению практических и лабораторных работ

г. Городец
2018 г.

Рассмотрено на заседании методической комиссии преподавателей технических профессий и специальностей

Печатается по решению методического совета ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

Разработчик: Матросов Алексей Валерьевич

Рецензент: Солохин С.И.

Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами. Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ - г. Городец, ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж», 2018

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой МДК.02.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами по профессии среднего профессионального образования 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

В данных методических рекомендациях даны основы для изучения электрооборудования судов. Рассмотрены устройство и принцип действия основных приборов ручной дуговой сварки(наплавки, резки) покрытыми электродами. Большое внимание уделено изучению электродного материала.

Содержание

1. Пояснительная записка.....	4-5
2. Практическая работа №1. Строения сварочной дуги и основных физических процессов, протекающих на ее участках	6-7
3. Практическая работа №2. Построение структурной схемы условного обозначения металлического электрода. Расшифровка условных обозначений электродов	8-15
4. Практическая работа №3. Расчет параметров режима сварки	16-23
5. Практическая работа №4. Выбор параметров режима сварки и подбор сварочных материалов для сварки низкоуглеродистых сталей	24-31
6. Практическая работа №5. Наплавка соединений в различных положениях шва	32-37
7. Практическая работа №6. Наплавочные работы с использованием полуавтомата для сварки под флюсом	38-42
8. Практическая работа №7. Выбор сварочных материалов для наплавки. Расшифровка сварочных материалов для наплавки.	42-52
9. Практическая работа №8. Общая характеристика процесса наплавки.	52-58
10. Практическая работа №9. Сварка в защитном газе неплавящимся электродом	59-62
11. Практическая работа №10. Исследование процесса сварки алюминия и его сплавов	63-68
12. Практическая работа №11. Выполнение сварки алюминиевых сплавов с использованием аргонодуговой сварки	69-74
13. Практическая работа №12. Изучение технологических параметров аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	74-82
14. Практическая работа №13. Техника безопасности при выполнении электродуговой резки	83-85
15. Практическая работа №14. Плазменно-дуговая резка.	85-88

Пояснительная записка

Методические указания к практическим работам по **МДК.02.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами** предназначены для студентов по профессии **15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))**

Цель методических указаний: оказание помощи студентам в выполнении практических работ по **МДК.02.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами**

Настоящие методические указания содержат практические работы, которые позволят студентам закрепить теорию по наиболее сложным разделам МДК и направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.

ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.

ПК 2.2. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.

ПК 2.3. Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных деталей.

ПК 2.4. Выполнять дуговую резку различных деталей.

В результате выполнения практических работ по **МДК.02. 01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами** студенты должны:

знать:

- основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах;
- основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом;

- сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва;
- основы дуговой резки;
- причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом

уметь:

- проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;
- владеть техникой дуговой резки металла.

Описание каждой практической работы содержит: тему, цели работы, порядок выполнения работы, а так же перечень контрольных вопросов.

Для получения дополнительной, более подробной информации по изучаемым вопросам, приведено учебно-методическое и информационное обеспечение.

Практические работы выполняются студентами в тетрадях для практических работ.

Практическое занятие №1

Тема: *Строение сварочной дуги и основных физических процессов, протекающих на ее участках*

1. Цель работы

1.1 Определить процессы, происходящие в дуговом промежутке сварочной дуги.

2. Оборудование и материалы

Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, схема строения сварочной дуги и падения напряжения в ней.

3. Теоретические сведения

Сварочной дугой называется длительный электрический разряд в ионизированной смеси паров и газов между двумя электродами или электродом и свариваемым металлом, характеризующийся большой плотностью тока и малым значением напряжения (15-30В).

Дуга состоит из трех зон: катодной (1) с катодным пятном, служащим для эмиссии электронов, анодной (2) с анодным пятном, бомбардирующимся электронным потоком; и столба дуги (3), который занимает промежуточное положение между катодной и анодной зонами (рис. 1).

В процессе горения дуги на электроде и основном металле возникают активные пятна, которые представляют собой наиболее нагретые участки и проводят весь ток дуги. Активные пятна называются соответственно анодным и катодным. С катодного пятна происходит дополнительный выход электродов, кроме тех образовавшихся при ионизации в междуэлектродном пространстве. Электроны, которые выходят с поверхности электрода, называются первичными. Выход этих электродов происходит за счёт различных факторов: термоэлектронной эмиссии (испускания), автоэлектронной эмиссии, ионизации на катоде. Ионизация на катоде происходит в результате соударений с электронами положительных ионов. Положительные ионы образуются в результате ионизации в столбе дуги и притягиваются к катоду. Ионизация может происходить также в результате воздействий излучения (фотоионизация). В столбе дуги происходит образование так называемых вторичных электронов, а также положительных ионов (вторичными называют электроны, выбитые с орбит нейтральных атомов, находящихся в междуэлектродном пространстве). Таким образом, в столбе дуги электроны движутся к аноду, положительные ионы – к катоду. При этом ионы и электроны могут снова соединяться, образуя нейтральные атомы.

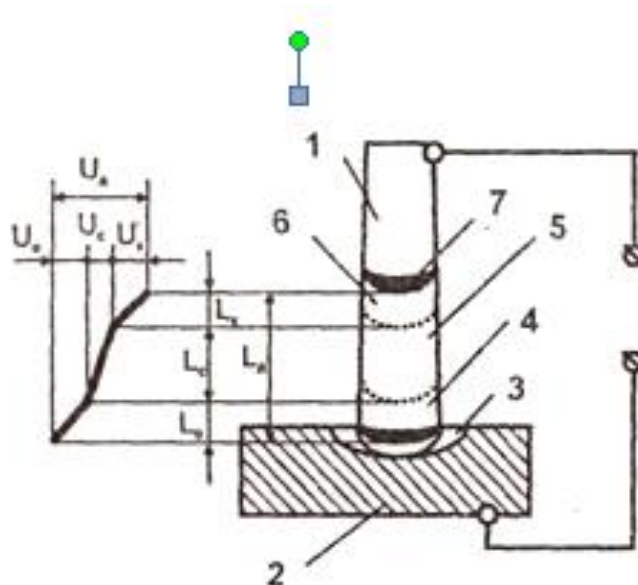


Рисунок 1 - Схема сварочной дуги и падения напряжений в ней:

1 – электрод; 2 – изделие; 3 – анодное пятно; 4 – анодная область дуги; 5 – столб дуги; 6 – катодная область дуги; 7 – катодное пятно.

4. Порядок выполнения работы

- 4.1 Охарактеризовать катодную область сварочной дуги.
- 4.2 Охарактеризовать столб дуги.
- 4.3 Охарактеризовать анодную область сварочной дуги.
- 4.4 Выразить в виде формулы напряжение для установившейся сварочной дуги.
- 4.5 Определить длину дуги (короткая, нормальная, длинная).
- 4.6 Указать область дуги, при которой обеспечивается оптимальный режим сварки.
- 4.7 Сделать вывод.

5. Содержание отчета

- 5.1 Пользуясь конспектом определить зависимость напряжения дуги от тока в сварочной цепи.
- 5.2 Построить схему сварочной дуги и падения напряжения в ней с указанием самого электрода, изделия, анодного пятна, анодной области дуги, столба дуги, катодной области дуги, катодного пятна.
- 5.3 Охарактеризовать три области вольтамперной характеристики и зависимость напряжения дуги от тока в сварочной цепи.

6. Контрольные вопросы

- 6.1 На какие области разделяется в сварочной дуге дуговой промежуток?
- 6.2 Какие электроны называются первичными?
- 6.3 Объясните суть термоэлектронной эмиссии?
- 6.4 Где происходит образование вторичных электронов?

Практическая работа №2

Тема: Построение структурной схемы условного обозначения металлического электрода. Расшифровка условных обозначений электродов

1. Цель работы

Приобрести практические навыки при расшифровке условные обозначения сварочных электродов

2. Ход выполнения работы

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Начертить структурную схему условного обозначения металлического электрода
3. Изучить условное обозначение сварочных электродов для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей.
4. Изучить условное обозначение электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов.
5. Изучить международные и национальные системы обозначения электродов.
6. Расшифровать условное обозначение электродов (варианты – по номеру в журнале).
7. По описанию составить структурную схему условного обозначения электрода: *Тип электрода Э46А, марка УОНИ-13/45, предел прочности наплавленного металла менее 600МПа, ГОСТ 9467-75, электроды имеют диаметр 3 мм, предназначены для сварки углеродистых и низколегированных сталей, покрытие - среднее; содержание серы в наплавленном металле допускается до 0,04 %, фосфора – до 0,045 %, электроды имеют минимальное временное сопротивление разрыву 430 МПа, вид покрытия – основное, сварка возможна во всех пространственных положениях, производится на постоянном токе обратной полярности. Номер стандарта, определяющего общие требования к электродам – 9466-75.*
8. Ответить на контрольные вопросы.

3. Теоретические сведения

Условное обозначение электродов для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей

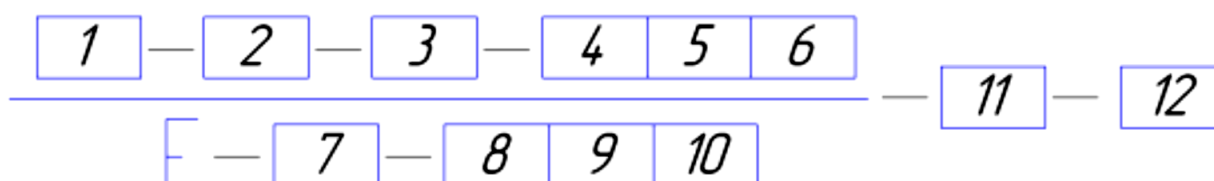


Рис. 1 Структурная схема условного обозначения металлического электрода

Обозначение электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа и электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа.

А) Э46А-УОНИ-13/45-3,0-УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

E432(5)-B10

Б) Э85-УОНИ-13/85-2,0-ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

E-13Г2СМ-0-Б20

А)- обозначение электрода для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа;

Б)- обозначение электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600МПа

В наименовании типа электрода содержится буква Э, после которой приведено временное сопротивление разрыва, кгс/мм² (например, Э38, Э42, Э50). У некоторых типов электродов после цифр поставлена буква А, что указывает на более высокие характеристики пластичности наплавленного металла. У электродов этих типов регламентированы механические характеристики (*временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, коэффициент наплавки и угол изгиба*), а также содержание серы и фосфора в наплавленном металле.

Согласно требованиям ГОСТ 9466-75 в условном обозначении электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа в знаменателе (*рис.1и рис. 2, А*) группа индексов, относящаяся к показателям наплавленного металла, должна быть записана следующим образом: первые два индекса указывают минимальное значение временного сопротивления разрыву (σв, кг/мм²**), а третий индекс характеризует одновременно минимальные значения относительного удлинения (**δs, %**) и температуры (**Тх,°С**), при которой определяется ударная вязкость.**

В условном обозначении электродов (*рис. 2, Б*) для сварки сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа группа индексов, обозначающих характеристики наплавленного металла и металла шва, указывают среднее содержание основных химических элементов в наплавленном металле и минимальную температуру, при которой ударная вязкость не менее 35 Дж/см².

Эта запись (**13Г2СМ-0**) включает: **а) первый индекс** – двузначное число, соответствующее среднему *содержанию углерода в сотых долях процента*;

б) последующие индексы, каждый из которых состоит из буквенного обозначения соответствующего химического элемента и расположенного за ним числа, показывающего среднее *содержание элемента в наплавленном металле* (с погрешностью до 1 %); **в) последний индекс**, характеризующий *минимальную температуру*, при которой ударная вязкость составляет не менее 35 Дж/см²

Условное обозначение электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов

Обозначение электродов для сварки теплоустойчивых сталей.

ГОСТ 9467-75 предусматривает **9 типов** электродов для сварки теплоустойчивых сталей. В основу классификации электродов положены химический состав наплавленного металла и его механические свойства – временное сопротивление разрыву, относительное удлинение и ударная вязкость. Обозначение типов электродов состоит из индекса Э (электроды для дуговой сварки) и следующих за ним цифр и букв. *Две первые цифры* соответствуют среднему *содержанию углерода в наплавленном металле в сотых долях процента*. Среднее содержание основных *химических элементов* указано в процентах после буквенных обозначений химических элементов. У электродов для сварки теплоустойчивых сталей вводится *дополнительный индекс*, указывающий максимальную температуру T_x , 0С, при которой нормированы показатели длительной прочности наплавленного металла и металла шва

Например, электроды типа **Э-09Х1МФ** для сварки теплоустойчивых сталей согласно ГОСТ 9466-75 имеют маркировку:

Э-09Х1МФ - ЦЛ-20 - 4,0 - ТДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

Е-27 - Б10

Марка покрытия (**ЦЛ-20**), диаметр электрода (**4 мм**), вид свариваемых сталей (**Т** - теплоустойчивые), обозначение толщины покрытия (**Д** – толстое), группа электродов по качеству (**3**). В знаменателе: первый индекс (**2**), аналогичный третьему индексу (**0**, см. выше, пример Б), для легированных конструкционных сталей с $\sigma_{0.2} > 600$ МПа и

характеризует минимальную температуру $T_x = 00$, следующий индекс, равный **7** - температура эксплуатации 570...5850 С вид электродного покрытия (**Б** – основное). Сварка выполняется во всех пространственных положениях (**1**) на постоянном токе обратной полярности (**0**).

Обозначение электродов для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.

ГОСТ 10052-75 устанавливает **49 типов** электродов для сварки хромистых и хромоникелевых сталей, коррозионно-стойких, жаропрочных и жаростойких легированных сталей мартенсито-ферритного, ферритного, аустенито-ферритного и аустенитного классов. В основу классификации электродов положены химический состав и механические свойства наплавленного металла. Для некоторых типов электродов нормируется также содержание в структуре металла шва ферритной фазы, его стойкость к межкристаллитной коррозии и максимальная температура, при которой регламентированы показатели длительной прочности металла шва.

Э-10Х25Н13ГБ - ЦЛ-9 - 5,0 - ВД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10052-75

Е-2075 - Б30

Обозначение таких электродов отличается только группой индексов (**2075**), характеризующих наплавленный металл и металл шва: **2** - стойкость против межкристаллитной коррозии при **0** – требования в отношении максимальной рабочей температуры наплавленного металла и металла шва **7** – максимальная рабочая температура сварных соединений, при которой допускается применение электродов при сварке жаростойких сталей, составляет 910...1000°С **5** – содержание ферритной фазы в наплавленном металле 2...10 % Если структура металла не двухфазная (А + Ф), то числовой индекс, характеризующий наплавленный металл, будет содержать только три цифры.

Обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

ГОСТ 10051-75 регламентирует **44 типа** электродов для наплавочных работ.

Э-10Г3 - ОЗН-300У - 4,0 - НД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75

Е-300/2-1 - Б40

Принцип обозначения химического состава прежний. В группе индексов характеризующих наплавленный металл (**300/2-1**) *первый индекс (300)* указывает среднюю твердость наплавленного металла по Виккерсу; *первая цифра* после косой черты (**2**) характеризует твердость HRC. *Вторая цифра (1)* показывает условия получения регламентируемой твердости: 1 – непосредственно после наплавки; 2 – после термообработки.

Международные и национальные системы обозначения электродов.

В разных странах используют различные системы обозначения электродов. Классификация электродов может быть по *международному ISO; европейскому EN; американскому AWS и немецкому DIN* стандартам.

Пример: классификация электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей в соответствии с ISO 2560

E 432 RR 160 4 6

E 432 предел прочности **430...510** МПа, минимальное относительное удлинение **20** %, минимальная температура для обеспечения ударной вязкости **28 Дж/см²**, 0С - **20**; **RR** – рутиловое покрытие большой толщины; **160** – производительность (переход металла в шов) – **155-165** %; **4** – нижнее положение (стыковые и угловые швы); **6** – обратная полярность, напряжение холостого хода источника питания 70 В.

Расшифровать условное обозначение электродов (варианты – по номеру в журнале):

1. Э42 - УОНИ-13/45 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
E 41 2(5) - B10
2. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
E - 12Г2СМ – 0 - B20
3. Э42 - ВСЦ-4 - 3,0 - УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
E 41 0 (3)-Ц14

4. Э85 – НИАТ-3М - 2,0 - ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

5. Э46-АНО-4-3,0-УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3)-Р21

6. Э60 - ВСЦ-60 - 2,0 - ЛСЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14

7. Э46 - ОЗС-4 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р25

8. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

9. Э46 - ОЗС-6 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 – РЖ23

10. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

11. Э46 - ОЗС-12 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р12

12. Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 – ЛМ1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 2 – БР46

13. Э46 - МР-3 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 1 (3) – РБ23

14. Э85 - НИАТ-3М - 4,0 – ЛД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

15. Э46А - УОНИ-13/55К - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 3 – Б20

16. Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 - ЛС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ - 3 - Ц14
17. Э46А - ОЗС-22Р - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3) - БРЖ14
18. Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ - 0 - Б20
19. Э50А - ТМУ-21У - 3,0 - УД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 - Б20
20. Э85 - НИАТ-3М - 5,0 - ЛД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ - 0 - Б20
21. Э50А - ЦУ-5 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 (0) - Б20
22. Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 - ЛС3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ - 3 - Ц14
23. Э50А - УОНИ-13/55 - 3,0 - УД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 7 - Б20
24. Э85-УОНИ-13/85-4,0-ЛД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ - 0 - Б20
25. Э50А - ОЗС-18 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 - Б20
26. Э85 - НИАТ-3М - 4,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ - 0 - Б20

27. Э50 – ВЦ-4А - 3,0 - УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 (3) - Ц14
28. Э85 - УОНИ-13/85 - 5,0 - ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
29. Э55 - УОНИ-13/55У - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467- 75
Е 51 3 – Б26
30. Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
31. Э60 - УОНИ-13/65 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 – Б20

Контрольные вопросы

1. Какой документ определяет структурную схему условного обозначения электродов?
2. Сколько пунктов в структурной схеме?
3. Как устанавливается тип электрода?
4. Какой буквой обозначается тип электрода?
5. Какими буквами в структурной схеме обозначены электроды исходя из их назначения?
6. Для чего предназначены электроды, обозначенные буквой "У"?
7. Какой буквой обозначены электроды для наплавки?
8. Определите толщину покрытия, если $d = 3,0$, $D = 5$?
9. Как определить величину покрытия?
10. Чему равно отношение D/d у толстопокрываемых электродов?
11. Как обозначается покрытие, у которого $D/d > 1,8$?
12. Назовите покрытие, у которого $D/d < 1,2$.
13. Какие химические элементы регламентирует группа качества в покрытии?
14. Назовите группу качества у самых качественных электродов.
15. Что характеризует группа цифр, обозначенная цифрой 7 в структурной схеме?
16. Назовите типы покрытий? Как они обозначаются?
17. Как обозначаются смешанные покрытия?
18. Если в состав покрытия входит более 20 % железа, как оно обозначается?

Практическое занятие №3

Тема: Расчет параметров режима сварки

1. Цель работы

1.1 Получить практические навыки расчета параметров режима сварки и расхода сварочных материалов (на примере ручной дуговой сварки).

2. Материалы

2.1 Справочники по сварке

2.2 ГОСТ 5264 -80.

2.3 Исходные данные:

2.3.1 Тип соединения

2.3.2 Форма подготовки кромок

2.3.3 Характер выполнения шва

2.3.4 Толщина свариваемого металла

2.3.5 Марка электрода

2.3.6 Положение шва в пространстве

3. Теоретические сведения

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающую получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

При ручной дуговой сварке основными параметрами режима являются:

1. Диаметр электрода, $d_{эл}$, мм.
2. Сила сварочного тока, $I_{св}$, А.
3. Напряжение на дуге, $U_{д}$, В.
4. Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч.

Дополнительными параметрами режима являются:

5. Род тока.
6. Полярность тока (при постоянном токе).

3.1. Расчет режима сварки швов стыковых соединений

Швы стыковых соединений могут выполняться с разделкой и без разделки кромок по ГОСТ 5264-80.

Диаметр электрода при сварке швов стыковых соединений выбирают в зависимости от толщины свариваемых деталей.

При выборе диаметра электрода при сварке стыковых швов в нижнем положении следует руководствоваться данными таблицы 1.

Таблица 1 - Рекомендуемые диаметры электродов при сварке стыковых швов в нижнем положении, мм

Толщина свариваемых деталей	Рекомендуемый диаметр электрода
1,5	1,6
2,0	2,0
3,0	3,0
4 - 5	3 - 4
6 - 8	4,0
9 - 12	4 - 5
13 - 15	5,0
16 - 20	5 - 6
21 - 24	6 – 10

При сварке многослойных швов на металле толщиной 10 – 12 мм и более первый слой должен свариваться электродами на 1 мм меньше, чем указано в таблице 1, но не более 5 мм (чаще всего 4 мм), так как применение электродов больших диаметров не позволяет проникнуть в глубину разделки для провара корня шва.

При определении числа проходов следует учитывать, что сечение первого прохода не должно превышать 30-35 мм² и может быть определено по формуле:

$$F_1 = (6 - 8) d_{эл}, \text{ мм}^2, \quad (1)$$

а последующих проходов – по формуле:

$$F_c = (8 - 12) d_{эл}, \text{ мм}^2, \quad (2)$$

где F_1 – площадь поперечного сечения первого прохода, мм²;

F_c – площадь поперечного сечения последующих проходов, мм²;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

Для определения числа проходов и массы наплавленного металла требуется знать площадь сечения швов.

Площадь сечения швов представляет собой сумму площадей элементарных геометрических фигур, их составляющих. Тогда площадь сечения одностороннего стыкового шва выполненного без зазора можно определить по формуле:

$$F_1 = 0,75 e g, \text{ мм}^2, \quad (3)$$

а при наличии зазора в соединении – по формуле:

$$(F_1 + F_2) = 0,75 e g + S v, \text{ мм}^2, \quad (4)$$

где e – ширина шва, мм; g – высота усиления шва, мм; S – толщина свариваемого металла, мм; v – величина зазора в стыке, мм.

Площадь сечения стыкового шва с V-образной разделкой и с подваркой корня шва (см. рис. 5.1) определяется как сумма геометрических фигур:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + 2F_4, \quad (5)$$

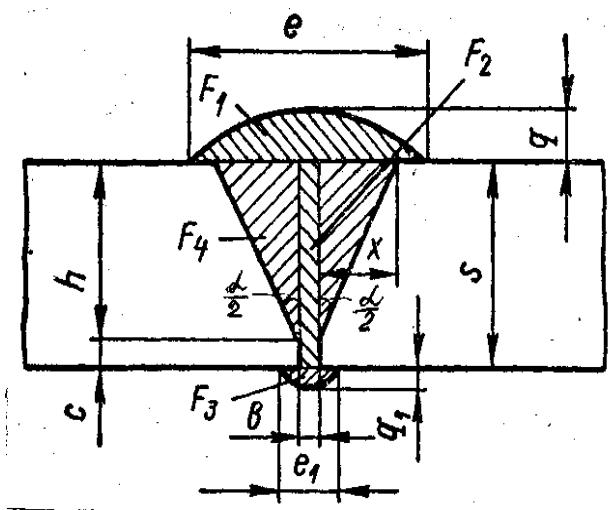


Рисунок.5.1 - Геометрические элементы площади сечения стыкового шва:

где S – толщина металла, мм; h – глубина проплавления, мм; c – величина притупления, мм; e – ширина шва, мм; e_1 – ширина подварки корня шва, мм; v – величина зазора, мм; g – высота усиления шва, мм; g_1 – высота усиления подварки корня шва, мм; α – угол разделки кромок.

Глубина проплавления определяется по формуле:

$$h = (S - c), \text{ мм.} \quad (6)$$

Площадь сечения геометрических фигур ($F_1 + F_2$) определяют по формуле 4, F_3 – по формуле 3, а площадь прямоугольных треугольников F_4 определяют по формуле:

$$F_4 = h \cdot x/2, \text{ мм}^2, \quad (7)$$

где $x = h \operatorname{tg} \alpha/2$;

тогда:

$$F_4 = (h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha/2) / 2, \text{ мм}^2, \quad (8)$$

Но рассматриваемая нами площадь V-образного шва состоит из двух прямоугольных треугольников, поэтому:

$$2F_4 = h^2 \operatorname{tg} \alpha/2, \text{ мм}^2. \quad (9)$$

Подставляя значения элементарных площадей в формулу (5), получим:

$$F_n = 0,75 e g + v S + 0,75 e_1 g_1 + h^2 \operatorname{tg} \alpha/2, \text{ мм}^2. \quad (10)$$

При X-образной разделке площадь наплавленного металла подсчитывают отдельно для каждой стороны разделки.

Зная общую площадь поперечного сечения наплавленного металла (F_n), а также площадь поперечного сечения первого (F_1) и каждого из последующих проходов шва (F_c), находят общее число проходов «n» по формуле:

$$n = (F_n - F_1 / F_c) + 1. \quad (11)$$

Полученное число округляют до ближайшего целого.

Расчет сварочного тока при ручной дуговой сварке производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока по формуле:

$$I_{\text{св}} = F_{\text{эл}} \cdot j = (\pi d_{\text{эл}}^2 / 4) j, \text{ А}, \quad (12)$$

где $\pi - 3,14$;

j – допустимая плотность тока, $\text{А}/\text{мм}^2$;

$F_{\text{эл}}$ – площадь поперечного сечения электрода, мм^2 ;

$d_{\text{эл}}$ – диаметр электрода, мм.

Сварочный ток определяется для сварки первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов.

Допустимая плотность тока зависит от диаметра электрода и вида покрытия: чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения (см. табл. 2).

Таблица 2 - Допустимая плотность тока в электроде при ручной дуговой сварке

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода, мм				
	2	3	4	5	6 и более
Основное	15,0-20,0	13,0-18,5	10,0-14,5	9,0-12,5	8,5-12,0
Кислое, рутиловое	14,0-20,0	13,5-19,0	11,5-15,0	10,0-13,5	9,5-12,5

Напряжение на дуге при ручной дуговой сварке изменяется в пределах 15-30 В и при проектировании технологических процессов ручной дуговой сварки не регламентируется.

Поэтому напряжение на дуге следует принять какое – то конкретное.

Скорость перемещения дуги (скорость сварки) следует определять по формуле:

$$V_{св} = L_n \cdot I_{св} / \gamma F_n 100, \text{ м/ч}, \quad (13)$$

где L_n – коэффициент наплавки, г/А час; (см. табл. 3)

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³ (7,8 г/см³ – для стали);

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла, мм².

Скорость перемещения дуги (скорость сварки) определяют для первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов. Результаты расчета режима сварки стыкового шва следует занести в табл. 3.

Таблица 3 - Режимы сварки стыкового шва и его размеры

Сварка	Режимы сварки			
	$d_{эл}$, мм	$I_{св}$, А	U_d , В	$V_{св}$, м/ч
Первого прохода				
Последующих проходов				

3.2 Расчет режима сварки угловых швов

При сварке угловых швов диаметр электрода выбирается в зависимости от катета шва.

Примерное соотношение между диаметром электрода и катетом шва при сварке угловых швов приведено в табл. 4.

Таблица 4 - Рекомендации по выбору диаметра электрода при сварке угловых швов

Катет шва, К, мм	2	3	4	5	6-8	9-12	12-20
Рекомендуемый диаметр электрода, $d_{эл}$, мм	1,6-2	2,5-3	3-4	4,0	4-5	5,0	5,0

При ручной дуговой сварке за один проход могут свариваться швы катетом не более 8 мм.

При больших катетах швов сварка производится за два и более проходов. Максимальное сечение металла, наплавленного за один проход, не должно превышать 30 – 40 мм² ($F_{max} = 30\div 40 \text{ мм}^2$).

Площадь поперечного сечения углового шва, которую необходимо знать при определении числа проходов, рассчитывают по формуле:

$$F_n = K_y K^2 / 2 \text{ мм}^2, \quad (14)$$

где F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла, мм²;

K – катет шва, мм;

K_y – коэффициент увеличения, который учитывает выпуклость шва и зазоры.

Для наиболее часто встречающихся угловых швов с катетом 2 – 20 мм, коэффициент K_y выбирают по табл. 5.

Таблица 5 - Рекомендации по выбору коэффициента увеличения, учитывающий выпуклость шва и зазоры

Катет шва, К, мм	2	3-4	4-5	6-8	9-12	12-20
Коэффициент увеличения (K_y)	1,8	1,5	1,35	1,25	1,15	1,10

Определив примерную площадь сечения углового шва и зная максимально возможную площадь сечения, получаемую за один проход, находят число проходов « n » по формуле:

$$n = F_n / (30-40). \quad (15)$$

Полученное дробное число округляют до ближайшего целого.

Силу сварочного тока определяют по формуле:

$$I_{св} = (\pi d_{эл}^2 / 4) j, \quad (16)$$

где π – 3,14;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм;

j – допустимая плотность тока, А/мм².

Плотность тока выбирается в пределах, рекомендуемых табл. 2.

Напряжение на дуге при ручной дуговой сварке изменяется в пределах 20 – 38 В. Следует принять какое - то конкретное.

Скорость сварки определяют по формуле:

$$V_{св} = L_n I_{св} / \gamma F_n 100, \text{ м/ч}, \quad (17)$$

где L_n – коэффициент наплавки, г/А час;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³ (7,8 г/см³ – для стали);

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла углового шва, см²;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

Значения коэффициентов наплавки для различных марок электродов приведены в табл. 6.

Таблица 6 - Коэффициенты наплавки для различных марок электродов

Марка электрода	Ток и полярность	Напряжение на дуге, В	Коэффициент наплавки, г/А·ч
УОНИИ 13/45	Постоянный прямой полярности	20 – 25	8,0
УОНИИ 13/55		22 – 26	7,0 – 8,0
ЦМ - 7		27 – 30	10,0
АНО – 4С	Переменный	32 - 34	8,0 – 8,3

Результаты расчетов режима сварки угловых швов следует занести в табл. 7.

Таблица 7 - Режимы сварки угловых швов

Сварка	Режимы сварки			
	$d_{эл}$, мм	$I_{св}$, А	$U_{д}$, В	$V_{св}$, м/ч
Первого прохода				
Последующих проходов				

4. Порядок выполнения работы

4.1 Выполнить эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 5264-80

4.2 Подобрать диаметр электрода в зависимости от толщины свариваемого металла

4.3 Рассчитать площадь поперечного сечения шва первого прохода F_1 и последующих проходов $F_{\text{посл}}$ (мм²)

4.4 Рассчитать силу сварочного тока, определив допустимую плотность сварочного тока в зависимости от диаметра электрода и вида покрытия электрода

4.5 Определить род и полярность тока

4.6 Указать пределы значений величины напряжения на дуге

4.7 Рассчитать скорость перемещения дуги (м/ч)

5. Содержание отчета

5.1 Эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 5264-80

5.2 Расчет параметров режима ручной дуговой сварки

Практическое занятие №4

Тема: Выбор параметров режима сварки и подбор сварочных материалов для сварки низкоуглеродистых сталей

1. Цель работы

Освоить методику выбора режима сварки сталей (на примере сварки в среде углекислого газа).

Освоить методику выбора сварочных материалов.

2. Оборудование и материалы

2.1 Сварочная проволока Св-08Г2С, Св-08 ($d = 0,8 - 1,2$ мм).

2.2 Пластины из низкоуглеродистой стали (50x100x4 мм).

2.3 Углекислота сварочная.

2.4 Пост для механизированной сварки в среде CO_2

3. Теоретические сведения

Сварка в среде углекислого газа широко применяется при изготовлении конструкций из углеродистых, низколегированных, теплоустойчивых сталей, среднелегированных, хромоникелевых и аустенитных сталей.

Основные типы соединений, выполняемые в среде углекислого газа, регламентированы ГОСТ 14771-76.

Основными параметрами режима сварки в среде углекислого газа являются:

- Диаметр электродной проволоки, $d_{эл}$, мм.
- Сила сварочного тока, $I_{св}$, А.
- Напряжение на дуге, $U_{д}$, В.
- Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч.
- Расход защитного газа, $q_{г}$.

Дополнительными параметрами режима являются:

- Род тока.
- Полярность при постоянном токе.

3.1. Расчет режима сварки в среде углекислого газа швов стыковых соединений

Швы стыковых соединений могут выполняться как с разделкой, так и без разделки кромок.

Диаметр электродной проволоки ($d_{эл}$) выбирается в зависимости от толщины свариваемых деталей. При выборе диаметра электродной проволоки при сварке швов в нижнем положении следует руководствоваться данными таблицы 1.

Таблица 1 - Выбор диаметра электродной проволоки для сварки швов стыковых соединений

Толщина металла, мм	Форма подготовки кромок	Зазор в стыке, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Число проходов
1	2	3	4	5
0,8-1,0	Встык, без разделки кромок	0-1,0	0,8	1
1,5-2,0		0-1,0	1,0	1
2,5-3,0		0-1,5	1,2	1
3,5-4,0		0-1,5	1,2	2
			0,6	1
4,5-6,0		0-1,5	2,0	1
		0,5-2,0	2,0	2
7,0-8,0		0,5-2,0	2,0	2
9,0-10,0		0,5-2,5	2,0	2
11,0-12,0		1,0-3,0	2,0	2
13,0-14,0	V – образная односторонняя	1,0-2,5	2,0	2
15,0-16,0		1,0-2,5	2,0	3
17,0-18,0	V – образная двусторонняя	1,0-2,5	2,0	4
19,0-20,0		1,5-2,5	2,0	4
21,0-22,0		1,5-2,5	2,0	5
23,0-24,0		1,5-2,5	3,0	5
25,0-28,0		1,5-2,5	3,0	6

Сила сварочного тока, ($I_{св}$) выбирается в зависимости от глубины провара (h) и определяется по табл. 2.

Таблица 2 - Определение сварочного тока в зависимости от глубины провара

Толщина свариваемых деталей, мм	Формула определения сварочного тока
Меньше или равна 2	$I_{св} = (90-100) \cdot h$
Меньше и равна 5	$I_{св}=(80-90) \cdot h$
Больше 5	$I_{св}=(70-80) \cdot h$

Глубина провара (h) при сварке с первой стороны определяется по формуле:

$$h = S / 2 \pm 1 \text{ мм, (1)}$$

где S – толщина свариваемых деталей, мм.

Напряжение на дуге (U_д) выбирается по табл. 3.


Таблица 3 - Напряжение на дуге в зависимости от силы сварочного тока

Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В
50-100	17-20
120-150	21-23
160-200	24-27
210-250	25-30
260-300	30-34
310-450	32-34
460-500	32-34

Скорость сварки (V_{св}) определяют по табл. 4.

Таблица 4 - Определение скорости сварки в зависимости от диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки, мм	Формула для определения скорости сварки, м/ч
0,8-1,6	$V_{св} =$ 

1,8-2,6	
3,0-4,0	

Расход углекислого газа (q_r) выбирают по данным табл.5 в зависимости от марки свариваемого металла и толщины металла.

Таблица 5 - Расход углекислого газа в зависимости от толщины свариваемого металла стыкового соединения

Толщина металла, мм	Расход углекислого газа, л/мин
1,0-3,0	8-10
4,0-8,0	15-16
9,0-12,0	18-20
13,0-28,0	24-25

Результаты расчета режима сварки стыкового шва следует занести в табл. 6.

Таблица 6 - Режимы сварки стыкового шва в среде углекислого газа

Толщина металла, мм	Эскиз соединения	Параметры режима					Расход газа, л/мин
		$d_{эл}$, мм	$I_{св}$, А	U_d , м/ч	$V_{св}$, м/ч	Число проходов «п»	

3.2. Расчет режима сварки в среде углекислого газа угловых швов сварных соединений

При сварке угловых швов **диаметр электродной проволоки** выбирается в зависимости от толщины металла по табл. 7.

Таблица 7 - Выбор диаметра электродной проволоки для сварки угловых швов

Толщина металла, мм	Форма подготовки кромок	Катет шва, мм	Зазор в стыке,	Диаметр электрод. проволоки, мм	Число проходов «п»
1	2	3	4	5	6
0,8-1,0	Угловое	1	1	0,5-1,0	1
1,5-2,0	без разделки	2-3	1	0,8-1,2	1

3,0-4,0	кромок	3-6	1	1,2	1
4,0-5,0		5-6	1	1,2	2
				1,6	1
5,0-6,0		5-6	1	2,0	1
7,0-8,0		6-9	1	2,0	2
9,0-10,0		9-11	1	2,0	2
11,0-13,0	11-14	1	2,0	3	
1	2	3	4	5	6
14,0-16,0		13-16	1	2,0	5
			1	2,5	4

Напряжение на дуге (U_d), силу тока ($I_{св}$), скорость сварки ($V_{св}$) определяют по номограмме (рис. 6.1).



Рисунок. 6.1 - Номограмма для определения режимов полуавтоматической сварки в среде углекислого газа угловых швов диаметром электродной проволоки 1,6 мм

В зависимости от предъявляемых к изделию специальных требований, при выборе сварочных материалов необходимо учитывать дополнительное требование – получение металла шва, обладающего комплексом специальных свойств (напр., высокой коррозионной стойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др.).

Сварочные материалы, используемые для сварки и наплавки в среде углекислого газа, это — электродные проволоки, содержащие раскислители Св-0,8ГС, Св-08Г2С, Св-

10ГС, СВ-18ХГС, Нп-3ОХГСА, ПП-АН4, ПП-АН5, ПП-АН8, ПП-3Х2В8Т и др. Сварка (наплавка)электродной проволокой, которая не содержит достаточного количества раскислителей 31 и Mn и происходит с большим содержанием углерода, сопровождается значительным разбрызгиванием расплава, в наплавленном металле наблюдается пористость, повышается опасность образования трещин.

Промышленное производство углекислого газа основано на его извлечении из газов, образующихся при взаимодействии серной кислоты и мела, при обжиге известняка (около 40 % добычи CO₂), сжигании кокса и антрацита в специальных топках (до 18 % CO₂) из дымовых газов котельных установок (до 12 % CO₂) и пр.

Углекислый газ при атмосферном давлении может находиться либо в газообразном состоянии, либо в твердом при температуре ниже —78,9 °С (сухой лед). В жидкое состояние углекислоту переводят при повышенном давлении. Для сварки и наплавки наиболее удобна ее поставка в виде жидкости.

При испарении 1 л жидкой углекислоты при температуре 0°С и атмосферном давлении получается 506,8л газа. В стандартный баллон с водяной вместимостью 40 л заливается 25 кг жидкой углекислоты, которая при нормальном давлении занимает 67,5 % объема баллона и дает при испарении около 12,5 м³ газа. В верхней части баллона вместе с газообразной углекислотой скапливается воздух. Вода как более тяжелая, чем жидкая углекислота, собирается в нижней части баллона.

Для сварки и наплавки углекислый газ поставляется по соответствующим техническим условиям, хотя после дополнительной очистки можно пользоваться и пищевой углекислотой.

При использовании пищевой углекислоты в баллонах для удаления примесей воздуха рекомендуется перед сваркой выпускать первые порции газа в атмосферу, а затем после оттаивания баллона в перевернутом положении (вентилем вниз) слить воду, осторожно открывая вентиль. После удаления воды и первых загрязненных объемов газовой фазы такая пищевая углекислота дает удовлетворительные результаты при сварке и наплавке

На крупных ремонтных заводах организовано централизованное снабжение углекислым газом сварочных постов из стационарных вместимостей большого объема. При такой схеме газораспределения жидкая углекислота доставляется потребителю в специальных цистернах и затем переливается в эти вместимости. По специальным трубопроводам пары углекислоты поступают на рабочие посты.

4. Порядок выполнения работы

4.1 Выполнить эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 14771-76 (для стыковых и угловых швов)

4.2 Рассчитать режимы сварки в среде углекислого газа стыковых и угловых швов сварных соединений (Табл.8).

4.3 Произвести выбор сварочных материалов для сварки сталей ВСт3кп2, 08.

5. Содержание отчета

5.1 Эскиз конструктивных элементов подготовки кромок и сварного шва в соответствии с ГОСТ 14771-76.

5.2 Заполнить табл.9.

5.3 Выбор сварочных материалов для сварки сталей ВСт3кп2, 08 и их обоснование.

Таблица 8 - Режимы полуавтоматической (механизированной) и автоматической сварки в углекислом газе низкоуглеродистых и низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Катет шва, мм	Зазор, мм	Число слоев	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа на один слой, л/мин
Стыковые швы								
1,2...2,0	-	0,8...1,0	1...2	0,8...1,0	70...	18...20	18...24	10...12
3...5	-	1,6...2,0	1...2	1,6...2,0	100	28...30	20...22	14...16
6...8	-	1,8...2,2	2...3	2,0	180...	28...30	18...22	16...18
8...12	-	1,8...2,2	2...3	2,0	200	28...30	16...20	18...20
					250...			
					300			
					250...			
					300			
Угловые швы								

1,5...2,0	1,2...2,0	-	1	08	60...75	18...20	16...18	6...8
3,0...4,0	3,0...4,0	-	1	1,2	120...	20...22	16...18	8...10
5,0...6,0	5,0...6,0	-	1	2,0	150	28...30	29...31	16...18
6,0...8,0	6,0...7,0	-	1	2,0	260...	28...30	29...31	8
8,0...10,0	7,0...9,0	-	1...2	2,0	300	28...30	30...32	16...18
10,0...12,0	7,0...9,0	-	1...2	2,0	280...	30...32	30...32	8
12,0...14,0	9,0...11,0	-	1...2	2,0	300	30...32	30...32	17...19
14,0...16,0	11,0...14,0	-	3	2,0	300...	30...32	30...32	9
16,0...18,0	13,0...16,0	-	3	2,0	320	30...32	30...32	17...19
18,0...20,0	16,0...18,0	-	3-4	2,0	310...	30...32	30...32	9
22,0...24,0	22,0...24,0	-	4-5	2,0	340	30...32	30...32	18...20
								0
								18...20
								0
								18...20
								0

Таблица 9.

Толщина металла, мм	Катет шва, мм	Зазор, мм	Число слоев	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа на один слой, л/мин
Стыковые швы								
Угловые швы								

Практическая работа №5

Тема: *Наплавка соединений в различных положениях шва*

1. Цель работы

Приобрести практические навыки при наплавке соединений в различных положениях шва

2. Ход выполнения работы

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу вверх»
3. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз».
4. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу вверх с поперечными колебаниями электрода»
5. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода»
6. Начертить «Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении»
7. Начертить «Положение электрода при наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении»

3. Теоретические сведения

Наплавка в вертикальном положении

На вертикальной поверхности узкие горизонтальные валики наплавляются, как правило, на обратной полярности, при этом сварочный ток не должен быть слишком большим.

Сварка должна производиться на короткой дуге. При сварке следует уделять внимание тому, чтобы металл сварочной ванны не вытекал вниз или не образовывал наплыв на нижней кромке. Для этого необходимо совершать возвратно-поступательные движения электродом в направлении оси сварного шва. Каждый новый валик должен перекрывать ранее наплавленный соседний с ним валик не менее чем на **45-55%**. Для предотвращения образования подрезов необходимо производить колебания электрода в пределах выпуклости сварного валика. В большинстве случаев выполнение сварки в вертикальном положении производится снизу вверх, особенно для ответственных стыков. Данная техника сварки широко используется при строительстве трубопроводов высокого давления, в кораблестроении, при сооружении сосудов высокого давления и при строительных работах.

Наплавка узких валиков на поверхность, находящуюся в вертикальном положении, при сварке снизу вверх производится на обратной полярности сварочного тока, при этом сварочный ток не должен иметь слишком высокое значение. Положение

электрода должно соответствовать изображенному на рис. 5. Необходимо использовать возвратно-поступательные перемещения электрода. Наплавка валиков должна производиться при короткой дуге, в верхней части траектории колебаний электрода, дугу следует растягивать, но нельзя допускать ее обрыва в данной области.



Рис. 1. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу вверх

Подобный тип перемещений электрода позволяет наплавленному металлу кристаллизоваться, образуя ступеньку, на которую наплавляется следующая порция электродного металла. Некоторые сварщики предпочитают поддерживать постоянную сварочную ванну, которую они медленно выводят снизу вверх, применяя при этом небольшие колебательные движения электродом. Данный способ ведения процесса сварки приводит к наплавке валика с большой выпуклостью, а также к появлению вероятности трещин металла сварного шва.

Методика выполнения сварки с продольными колебаниями электрода позволяет получить более плоский с невысокой выпуклостью сварной шов, а также уменьшает опасность возникновения шлаковых включений.

Сварка в вертикальном положении сверху вниз достаточно редко встречается в промышленности, особенно при обычных работах. Область применения данного способа ведения сварочного процесса обычно ограничивается сварочными работами при строительстве магистральных трубопроводов и при сварке тонколистового проката. При наплавке на плоскую поверхность данный способ ведения сварки приводит к получению не очень глубокого проплавления, существует также опасность появления шлаковых включений.

Наплавка узких валиков в вертикальном положении сверху вниз производится на обратной полярности, при этом следует обратить особое внимание на установку сварочного тока. Положение электрода должно соответствовать изображенному на **рис. 2**.

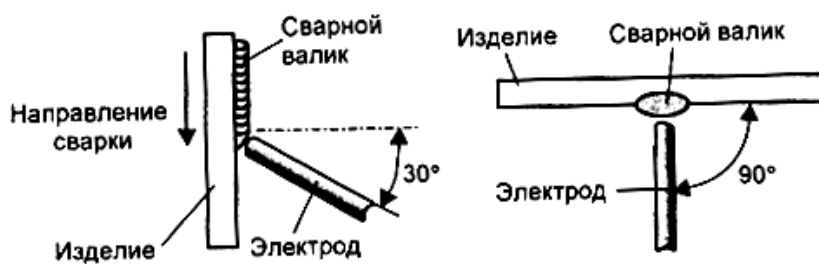


Рис. 2. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз.

В процессе сварки необходимо поддерживать очень короткую дугу, с тем, чтобы шлак не затекал в головную часть сварочной ванны. Поперечные колебания электрода, как правило, не применяются, поэтому скорость перемещения достаточно велика. Этим и объясняется малая ширина наплавленных таким образом валиков, а также их малая выпуклость. Подрезы почти не встречаются.

Сварка с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении очень часто применяется при сооружении трубопроводов высокого давления, сосудов высокого давления, при сварке судовых конструкций, а также при изготовлении металлоконструкций. Данная техника сварки очень часто применяется для сварки многопроходных швов в разделку, а также угловых швов, находящихся в вертикальном положении.

Наплавку валиков с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении, как правило, выполняют снизу вверх на обратной полярности сварочного тока. Сварка на прямой полярности в данном положении используется крайне редко. Еще реже производится сварка в положении сверху вниз.

При наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении сварочный ток не должен быть слишком велик, однако он должен быть достаточным для хорошего проплавления. Положение электрода должно хотя бы приблизительно соответствовать изображенному на *рис. 3*.

В нижней части соединения наплавляется полка шириной **не более 12 мм**, при этом смещение электрода от оси сварного шва не должно превышать **3 мм**. Перемещение электрода должно производиться по траектории (*рис. 3б*). Для предотвращения появления подрезов необходимо делать кратковременные остановки электрода во время выхода его на боковые кромки сварного шва.

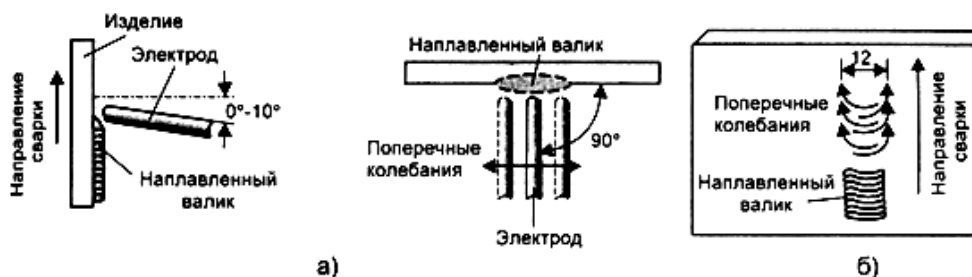


Рис. 3. Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу вверх с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б).

Сварку можно также производить путем поддержания постоянного перемещения сварочной ванны, при этом нужно быть очень осторожным, чтобы не допустить вытекания расплавленного металла сварочной ванны. При соблюдении этого условия перемещение электрода вверх может производиться по любой из сторон сварного соединения, при этом необходимо производить <растяжение> сварочной дуги, но не допускать ее обрыва. Нельзя держать сварочную дугу слишком долго вне кратера - это может привести к охлаждению кратера и вызовет избыточное разбрызгивание металла перед швом.

При наплавке валиков на прямой полярности, сварочный ток должен быть несколько выше, чем при сварке на обратной полярности. Поскольку при сварке на прямой полярности выше производительность наплавки, а также больше количество шлака, скорость перемещения электрода должна быть выше. Подрезы не составляют сколь-нибудь значительной проблемы, поэтому отпадает необходимость задержки электрода на боковых поверхностях свариваемых кромок.

Наплавка валиков в вертикальном положении с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении сверху вниз производится на обратной полярности, при этом следует обратить особое внимание на установку сварочного тока. Положение электрода должно соответствовать изображенному на *рис. 4*. В процессе сварки необходимо поддерживать очень короткую дугу, с тем, чтобы шлак не затекал в головную часть сварочной ванны. Для предотвращения появления подрезов необходимо делать кратковременные остановки электрода во время выхода его на боковые кромки сварного шва.

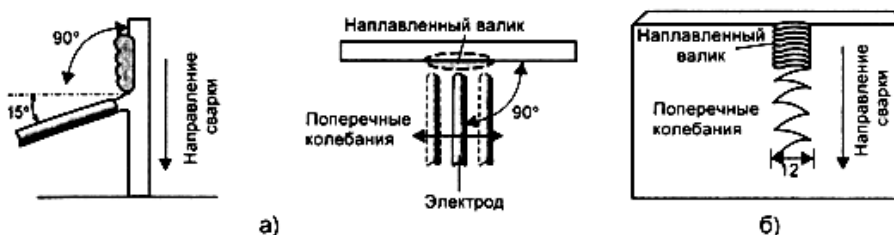


Рис. 4. Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б)

Наплавка в потолочном положении

Несмотря на то, что в настоящее время в промышленности взят курс на полное исключение сварки в потолочном положении за счет соответствующего позиционирования, на сегодняшний день каждый сварщик должен уметь вести сварочные работы в этом пространственном положении. Сварка в потолочном положении распространена при строительстве трубопроводов, в судостроении и при строительномонтажных работах.

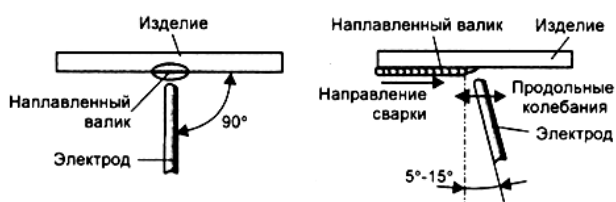


Рис. 5. Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении

Наплавка узких валиков в потолочном положении может производиться как на обратной, так и на прямой полярности. Величина сварочного тока при обратной полярности такая же, как при сварке в вертикальном положении. При сварке на прямой полярности эта величина несколько выше. Положение электрода должно соответствовать изображенному на **рис. 5**. Сварщик должен находиться в таком положении, чтобы иметь возможность наблюдать за наплавкой металла и за сварочной дугой. Особенно это важно при сварке труб, однако часто бывает так, что направление сварки должно быть направлено на сварщика.

Во время процесса сварки на обратной полярности необходимо поддерживать короткую дугу, сварочная ванна не должна быть слишком сильно перегрета. При сварке на прямой полярности длина дуги должна быть несколько длиннее. Небольшие колебания электрода вперед-назад относительно направления сварки служат для предварительного подогрева сварного шва, кроме того, они способствуют предотвращению подтекания расплавленного шлака в головную часть сварочной ванны. Некоторые сварщики при сварке на прямой полярности предпочитают перемещать электрод во время сварки очень маленькими участками, при этом необходимо обращать внимание на опасность получения сварного шва с большой выпуклостью, а также на образование толстой корки шлака. При сварке на прямой полярности опасность появления подрезов практически исключена.

Во многих случаях при выполнении сварных соединений в потолочном положении, возникает необходимость в наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода. Это значительно сложнее, чем наплавка узких валиков.

Наплавка валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении, производится на обратной полярности. Величина сварочного тока не должна быть слишком большой. Положение электрода должно соответствовать изображенному на *рис. 6а*. Большое значение имеет поддержание короткой дуги, а также стабильности дугового промежутка по всей ширине наплавляемого валика.

Наплавку можно производить путем перемещения всей сварочной ванны, однако при этом необходимо быть очень осторожным, чтобы не допустить приобретения расплавленным металлом сварочной ванны слишком высокой текучести, что, в конечном счете, приведет к вытеканию сварочной ванны. Если данное препятствие будет устранено, то электрод можно перемещать вперед вдоль любой из свариваемых кромок (*рис. 6б*). При этом допускается удлинение дуги, без ее обрыва.

Нельзя допускать, чтобы сварочная дуга находилась в кратере больше времени, чем необходимо для его полной заварки. Электрод должен быстро перемещаться поперек лицевой стороны сварного шва, с тем, чтобы не допустить избыточного перегрева металла, наплавленного в средней части сварного шва.

При сварке в потолочном положении могут возникнуть проблемы, связанные с подрезами. Они решаются с помощью задержек электрода на боковых кромках соединения. Рекомендуется не превышать ширины сварного шва *свыше 20 мм*.



Рис. 6. Положение электрода при наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении (а) и траектория перемещения электрода (б)

Практическое занятие №6

Тема: *Наплавочные работы с использованием полуавтомата для сварки под флюсом*

1. Цель работы

1.1 Изучить оборудование сварочного поста полуавтоматической сварки под слоем флюса.

1.2 Освоить методику расчета режима полуавтоматической сварки под слоем флюса.

2. Оборудование и материалы

2.1. Полуавтомат

2.2 *Сварочная проволока*

2.3 *Пластины для наплавки*

3. Теоретические сведения

Автоматические сварочные трактора A2T Multitrac SAW with PEK/A2T Multitrac SAW Twin with PEK предназначены для сварки под флюсом (SAW) стыковых и угловых швов.

Автоматические сварочные трактора A2T Multitrac MIG/MAG with PEK/A2T Multitrac MIG/MAG 4WD with PEK предназначены для сварки в защитном газе (MIG/MAG) стыковых и угловых швов. A2T Multitrac MIG/MAG 4WD with PEK имеет четырёх роликовый механизм подачи проволоки.

Все остальные виды сварки запрещены.

Сварочные тракторы работают совместно с контроллером А2-А6 (PEK) и со сварочными источниками ESAB типа LAF или 7AF.

Методы сварки

Submerged Arc Welding (SAW)

Сварка под флюсом.

Сварка под флюсом с контактной (соединительной) трубкой диаметром 20 мм, допускающей нагрузку до 800 А.

В этом варианте сварочный трактор может оборудоваться подающими роликами для одинарной или двойной проволоки (сварка расщепленной дугой). Для порошковой проволоки применяется специальный ролик с насечкой, который гарантирует плавную подачу проволоки без риска её деформации из-за большого прижимного усилия.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Сварка под флюсом Свариваемый шов во время сварки защищён слоем флюса.

Сварка под флюсом в тяжелом режиме сварочный трактор в этом исполнении позволяет сваривать током 1500 А (ПВ100%) и использовать сварочную проволоку большого диаметра.

Сварка двойной проволокой Сварка двумя проволоками одной сварочной головкой.

Сварка на горизонтальной поверхности или сварка на наклонной поверхности

Автоматические сварочные тракторы предназначены в первую очередь для сварки на горизонтальной поверхности.

При выполнении специальных предохранительных мер и установок сварочные тракторы могут применяться:

На поверхностях с углом наклона до 10° в направлении перемещения

На поверхностях с углом наклона до 20° в направлении, перпендикулярном перемещению.

	A2T Multitrac SAW with PEK/ A2T Multitrac SAW Twin with PEK	A2T Multitrac MIG/MAG with PEK
Напряжение питания	~ 42 V	~ 42 V
Допустимая нагрузка при ПВ100%:	800 А пост. Ток	600 А пост. тока
Диаметр проволоки:	- 4,0 мм	0,8 - 2,5 мм 1,2 - 3,2 мм
сплошная проволока порошковая	- 4,0 мм	
проволока двойная проволока	2 x 1,2 - 2,5 мм	
Макс. скорость подачи проволоки	9 м/мин	16 м/мин
Тормозной момент ступицы катушки	1,5 Нм	1,5 Нм
Скорость перемещения	0,1 - 2,0 м/мин	0,1 - 2,0 м/мин
Радиус при сварке по окружности, мин.	1500 мм	1500 мм
Диаметр трубы при сварке внутренних швов, мин	1100 мм	1100 мм
Макс. масса проволоки	30 кг	30 кг
Объем флюсового бункера	6 л	---
Масса (без проволоки и флюса)	47 кг	47 кг
Класс защиты	IP10	IP10
Классификация по энергосбережению	Класс А	Класс А

Сварка под слоем флюса - самый старый способ механизированной дуговой сварки. Ее осуществляют автоматами или шланговыми полуавтоматами голой сплошной проволокой. Зону стыка перед дугой засыпают слоем флюса толщиной до нескольких сантиметров. Дуга горит под слоем флюса и не видна, поэтому процесс иногда называют сваркой закрытой дугой. Часть флюса плавится и образует шлак, защищающий жидкий

металл от воздуха. Толщина слоя шлака значительно больше, чем при ручной сварке, поэтому качество защиты лучше.

По технологии изготовления флюсы подразделяют на плавленные и керамические. Плавленные флюсы получают расплавлением соответствующих шихт в электрических и пламенных печах и их последующей грануляцией. Они состоят из различных оксидов и плавикового шпата. Плавленные флюсы обеспечивают защиту сварочной ванны от воздуха, стабилизацию сварочной дуги и раскисление металла шва. Керамические флюсы представляют собой гранулированные смеси порошков на связке. Наряду с рудоминеральными веществами в них вводят ферросплавы, углеродистые и другие вещества. Это позволяет легировать металл шва и проводить металлургическую обработку расплавленного металла, улучшающую качество шва.

В качестве электродов для сварки под флюсом используют специальную сварочную проволоку. Сварочные проволоки для стали маркируют аналогично качественным и легированным сталям с буквами "Св" впереди. Например: в-08, Св-01Х19Н9.

Электрошлаковая сварка или сварка под флюсом в основном используют для соединения металлов толщиной более 16 мм, стали, чугуна, алюминия, меди, титана и их сплавов. Данный вид сварки относится к одним из самых производительных и экономичных. Из преимуществ электрошлаковой сварки можно выделить следующие: сварка за один проход металла практически любой толщины, сварка выполняется без снятия фасок кромок, для сварки можно использовать один или несколько электродов.

К недостаткам сварки под флюсом относятся: толщина металла должна быть более 16 мм, можно сваривать только вертикальные швы, в некоторых случаях необходима термообработка сварного соединения для придания нужных свойств.

Технология электрошлаковой сварки

Расплавленные флюсы образуют шлаки, которые проводят ток. При протекании тока через шлаки выделяется теплота — это основа электрошлаковой сварки. Через шлаковую ванну (расплавленный шлак) связаны электрически основной металл и электрод. В результате нагрева металл электрода и кромки основного металла плавятся, образуется ванна расплавленного металла.

Описание узлов сварочного полуавтомата

Подающий механизм предназначен для подачи электродной проволоки через гибкий шланг к держателю.

Электродержатель имеет рукоятку, на которую крепится бункер для флюса с заслонкой, кнопочный выключатель и упор для направления держателя по свариваемому стыку. Одного бункера достаточно для шва 80 ... 130 см.

Шкаф управления содержит контрольные приборы (амперметр, вольтметр) и устройства для включения и выключения системы управления.

Сварка под флюсом по сравнению с ручной дуговой сваркой более экономична, обеспечивает более стабильное высокое качество соединений и высокую производительность (в 5 - 20 раз выше ручной дуговой сварки). Недостатками процесса являются: повышенная жидкотекучесть металла и флюса; невозможность наблюдения за процессом сварки; возможность сварки только в нижнем положении.

Расчет режима сварки под слоем флюса

При полуавтоматической сварке под слоем флюса в режим входят: диаметр электродной проволоки, сварочный ток, напряжение на дуге, скорость подачи электродной проволоки, скорость сварки.

Марку электродной проволоки и флюс назначают в зависимости от химического состава свариваемого металла. При сварке низкоуглеродистых сталей применяют флюсы марок АН-348А и ОСЦ-45 (ГОСТ 9087-81) и низкоуглеродистые проволоки марок СВ-08 и СВ-08А (ГОСТ 2246-70).

Для сварки высоколегированных сталей используется проволока соответствующего состава, например, для сталей X18H10T - СВ04Х19Н9 или СВ-06Х19Н10Т и флюсы марок АН-26, АНФ-16.

Устанавливают требуемую глубину проплавления h , мм. При односторонней сварке она равна толщине S металла $h = S$, а при двусторонней и угловой сварке $h = 0,6S$.

Выбирают ориентировочно сварочный ток из расчета 80 ... 100 А на 1 мм глубины проплавления: $I_{св} = (80 \dots 100) h$, А. Назначают напряжение на дуге в диапазоне 30 ... 40 В.

Далее определяют массу наплавленного на изделие металла. При расходе электродной проволоки следует учитывать потери на угар и разбрызгивание, которые составляют 2 ... 5 % от веса наплавленного металла.

Диаметр электродной проволоки D_3 выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла (табл. 1).

Значения диаметра электродной проволоки в зависимости от толщины свариваемого металла

Коэффициент наплавки α_n выбирают в зависимости от сварочного тока и диаметра электродной проволоки, что составляет в среднем 14 ... 16 г/А • ч.

Скорость сварки ($V_{св}$, м/ч) определяют из выражения $V_{св} = \alpha_n I_{св} / \gamma F_{н.м}$, где α_n - коэффициент наплавки, г/А • ч; γ - плотность металла, г/см³ (для стали $\gamma = 7,85$ г/см³); $F_{н.м}$ - площадь сечения наплавленного металла шва. При определении $F_{н.м}$ за основу принимаются три размера: глубина провара - h , мм; ширина шва - L , мм и выпуклость шва - g , мм. Эти величины определяются из коэффициента формы провара $\psi_{пр} = L / h$ и коэффициента формы валика $\psi_в = L / q$. Опытным путем установлены величины этих коэффициентов. Они составляют $\psi_{пр} = 1,3 \dots 4$ и $\psi_в = 5 \dots 8$. Принимаем $\psi_{пр} = 3$ и $\psi_в = 6$. Тогда ширина шва составляет $L = \psi_{пр} h = 3 h$, мм, а выпуклость шва $q = L / \psi_в = 3h / 6 = h / 2$, мм.

Площадь наплавленного металла можно определить по опытной формуле $F_{н.м} = 0,751 q$, мм², что в нашем случае составляет $F_{н.м} = 0,75 \cdot 3h \cdot 1/2 h = 1,125 h^2$, мм².

Зная площадь наплавленного металла, плотность и длину сварных швов, определяют массу наплавленного металла по формуле $G_{н.м} = F_{н.м} L \psi$; где $G_{н.м}$ - масса наплавленного металла, г; $F_{н.м}$ - площадь наплавленного шва; L - длина сварных швов на изделии, см; ψ - плотность металла, г/см³.

Скорость подачи электродной проволоки рассчитывается по формуле

$$V_{п.п} = \alpha_p I_{св} / F_{эл.пр} \gamma, \text{ м/ч},$$

где α_p - коэффициент расплавления электродной проволоки, г/А • ч; $I_{св}$ - сварочный ток; $F_{эл.пр}$ - площадь поперечного сечения электродной проволоки; γ - плотность металла.

Коэффициент расплавления электродной проволоки можно приближенно принять равным коэффициенту наплавки, т.е. 14...16 г/А • ч.

4. Порядок выполнения работы

4.1 Изучить устройство и принцип работы полуавтомата для сварки под флюсом. Зарисовать схему полуавтомата с описанием основных узлов.

4.2 Рассчитать режим сварки. Необходимые данные для расчета взять в таблице согласно варианта, заданного преподавателем.

4.3 Полученные результаты расчета занести в таблицу.

Задание для расчета параметров режима сварки

№ варианта	1	2	3	4	5
Толщина металла S , мм	2,6	2,8	1,0	1,2	3,0
Материал	ВСт3	15ГС	15Г2С	12ХН	Сталь 10
№ варианта	6	7	8	9	10

Толщина металла S, мм	4,0	5,0	6,0	2,5	1,5
Материал	Сталь 15	Сталь 20	Сталь 25	X18H10	X17H2

Результаты расчета параметров режима сварки

Номер варианта	Диаметр электродной проволоки D_3 , мм	Сварочный ток, $I_{св}$, А	Напряжение дуги U_d , В	Скорость подачи проволоки $V_{п.п}$, м/ч	Скорость сварки V_B , м/ч

5. Содержание отчёта

5.1 Название и цель работы.

5.2 Сущность особенности и применение полуавтоматической сварки под слоем флюса.

5.3 Устройство и принцип работы полуавтомата ПШ-5.

1.4 Расчет параметров режима сварки.

6. Контрольные вопросы

6.1 Сущность, особенности и применение полуавтоматической сварки под слоем флюса.

6.2 Устройство и принцип работы полуавтомата для сварки.

6.3 Преимущества и недостатки способа.

Практическая работа №7

1.Тема

Выбор сварочных материалов для наплавки. Расшифровка сварочных материалов для наплавки.

2.Цель работы

Приобрести практические навыки при изучении и расшифровке сварочных материалов для наплавки

3.Ход выполнения работы

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Изучить и законспектировать электроды для наплавки и законспектировать материал.
3. Изучить сварочную проволоку для наплавки и законспектировать материал.
4. Расшифровать условные обозначения наплавочных материалов (*таблица 1*)
- 5.

4.Теоретические сведения

Электроды для наплавки.

Электроды наплавочные применяются при одной из разновидностей электродуговой наплавки - износостойкой наплавке штучными покрытыми электродами.

Электродуговая наплавка - это один из наиболее распространенных и эффективных способов противостояния износу с помощью упрочнения поверхности. Это недорогой, экономически выгодный метод продлить срок эксплуатации металлических деталей путем нанесения на них защитного слоя.

Несомненным достоинством ручной электродуговой наплавки штучными электродами является возможность наплавить практически любой состав. Помимо этого, наплавка производится при помощи относительно несложного и недорогого сварочного оборудования.

Электродуговая наплавка имеет и ряд других достоинств:

- Сокращение количества запасных и расходных частей рабочего оборудования;
- Увеличение эксплуатационной эффективности оборудования из-за сокращения сроков простоя;
- Возможность выполнения основы требуемой детали из недорогой низколегированной стали;
- Снижение расходов на обслуживание рабочего оборудования.

Наиболее распространенными являются наплавочные электроды **T-590** и электроды **T-620**.

Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки. Типы электродов. Технические условия по ГОСТ

Типы металлических покрытых электродов для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами устанавливаются **ГОСТ 10051-75**.

ГОСТ 10051-75 не распространяется на электроды для наплавки поверхностных слоев из цветных металлов и их сплавов.

Технические условия на электроды для наплавки - по **ГОСТ 9466-75**.

Типы электродов для наплавки, твердость наплавленного металла - по **ГОСТ 10051-75**

ГОСТ 10051-75 устанавливает **44 типа** покрытых металлических электродов для ручной дуговой наплавки (*таблица 1*).

Твердость наплавленного металла после наплавки, в зависимости от типа электродов, устанавливается без термической обработки и после термической обработки.

Таблица 1.

Типы электродов для наплавки по ГОСТ 10051-75

Тип электрода для наплавки	Твердость, HRC		Марки электродов	Область применения
	Бе з ТО после наплавки	Пос ле ТО		
Э-10Г2	22,0-30,0	-	ОЗН-250У	Наплавка деталей, работающих в условиях
Э-11Г3	29,5-37,0	-	ОЗН-300У	

Э-12Г4	36,5-42,0	-	ОЗН-350У	интенсивных ударных нагрузок (осей, валов, железнодорожных крестовин, рельсов и др.)	
Э-15Г5	41,5-45,5	-	ОЗН-400У		
Э-30Г2ХМ	32,5-42,5	-	НР-70		
Э-16Г2ХМ	36,5-41,0	-	ОЗШ-1	Наплавка штампов для горячей штамповки	
Э-35Г6	51,0-58,5	-	ЦН-4		
Э-30В8Х3	-	41,5-51,5	ЦШ-1		
Э-35Х12В3СФ	-	51,0-59,0	Ш-16		
Э-90Х4М4ВФ	-	59,0-64,0	ОЗИ-3		
Э-37Х9С2	53,0-59,0	-	ОЗШ-3		
Э-70Х3СМТ	-	53,0-61,0	ЭН-60М	Наплавка штампов для холодной штамповки	
Э-24Х12	41,5-49,5	-	ЦН-5		
Э-20Х13	-	34,5-49,5	48Ж-1		
Э-35Х12Г2С2	-	55,0-63,0	НЖ-3		
Э-100Х12М	-	54,0-61,0	ЭН-Х12М		
Э-120Х12Г2СФ	-	55,0-63,0	Ш-1		
Э-10М9Н8К8Х2СФ	-	56,0-61,0	ОЗШ-4		
Э-65Х11Н3	27,0-35,0	-	ОМГ-Н		Наплавка изношенных деталей из высокомарганцовистых сталей типов Г13 и Г13Л
Э-65Х25Г13Н3	25,0-37,0	-	ЦНИИН-4		
Э-80В18Х4Ф	-	58,0-63,0	ЦИ-1М	Наплавка металлорежущего инструмента, а так же штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, прошивка, вытяжка)	
Э-90В10Х5Ф2	-	58,0-63,0	ЦИ-2У		
Э-105В6Х5М3Ф3	-	61,0-65,0	И-1		
Э-10К15В7М5Х3СФ	-	53,0-59,0	ОЗИ-4		
Э-10К18В11М10Х3СФ	-	63,0-67,0	ОЗИ-5		
Э-95Х7Г5С	27,0-34,0	-	12АН/ЛИВТ	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок с абразивным изнашиванием	
Э-30Х5В2Г2СМ	51,0-61,0	-	ТК3-Н		
Э-80Х4С	57,0-63,0	-	13КН/ЛИВТ	Наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания	
Э-320Х23С2ГРТ	56,0-63,0	-	Т-620		
Э-320Х25С2ГР	58,0-64,0	-	Т-590		
Э-350Х26Г2Р2СТ	59,0-64,0	-	Х-5		
Э-300Х28Н4С4	49,0-55,5	-	ЦС-1	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками	
Э-225Х10Г10С	41,5-51,5	-	ЦН-11		
Э-110Х14В13Ф2	51,0-56,5	-	ВСН-6		
Э-175Б8Х6СТ	53,0-58,5	-	ЦН-16		
Э-08Х17Н8С6Г	-	29,5-39,0	ЦН-6М, ЦН-6Л	Наплавка уплотнительных поверхностей арматуры	

Э-09Х16Н9С5Г2 М2ФТ	-	30,5-36,0	ВПИ-1	для котлов, нефтеаппаратуры и трубопроводов
Э-09Х31Н8АМ2	-	41,5-49,5	УОНИ-13/Н1-БК	
Э-13Х16Н8М5С5 Г4Б	-	39,5-51,5	ЦН-12М, ЦН-12Л	
Э-15Х15Н10С5М 3Г	36,5-46,5	-	ЦН-18	
Э-15Х28Н10С3Г Т	-	36,5-42,0	ЦН-19	
Э-15Х28Н10С3М 2ГТ	-	41,5-46,5	ЦН-20	
Э-200Х29Н6Г2	41,5-51,5	-	ЦН-3	
Э-190К62Х29В5С 2	41,5-51,5	-	ЦН-2	

Размеры электродов для наплавки

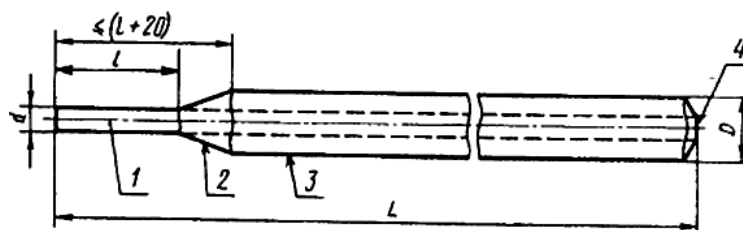


Рис..1. Эскиз электрода: 1 - стержень; 2 - участок перехода; 3 - покрытие; 4 - контактный торец без покрытия

Таблица 2.

Размеры электродов для наплавки (по ГОСТ 9466-75)

Номинальный диаметр электрода, определяемый диаметром стержня, d	Номинальная длина электрода L (пред. отклонение ± 3 мм) со стержнем из сварочной проволоки		Длина зачищенного от покрытия конца l (пред. откл. ± 5)
	низкоуглерод. или легированной	высоколегиров.	
1,6	200	150	20
	250	200 (250)	
2,0	250 (300)	200 250 (300)	
	250 300 (250)	250 (300)	

3,0	300 350 (450)	300 350	25
4,0	350 450	350 (450)	
5,0	450	350 450	
6,0			
8,0			
10,0	30		
12,0			

Примечания:

- В скобках - размеры применять ГОСТом не рекомендуется;
- Допускаются электроды номинальными диаметрами 3,15; 3,25; 6,3 и 12,5 мм;
- По соглашению - длина может быть иная, покрытие с конца электрода на длине l допускается не зачищать (торцы должны быть зачищены как контактные).

Классификация электродов для наплавки (по ГОСТ 9466-95)

Условное обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами - **Н** (индекс в условном обозначении)

По толщине покрытия электроды для наплавки подразделяются:

- ❖ с тонким покрытием - **М** ($D/d \leq 1,20$)
- ❖ со средним покрытием - **С** ($1,20 < D/d \leq 1,45$)
- ❖ с толстым покрытием - **Д** ($1,45 < D/d \leq 1,80$)
- ❖ с особо толстым покрытием - **Г** ($D/d > 1,80$),

где: **D** - диаметр покрытия, **d** - диаметр электрода, определяемый диаметром стержня.

По виду электродного покрытия наплавочные электроды подразделяются:

- ❖ с кислым покрытием - **А**;
- ❖ с основным покрытием - **Б**;
- ❖ с целлюлозным покрытием - **Ц**;
- ❖ с рутиловым покрытием - **Р**;
- ❖ с покрытием смешанного вида - соответствующее двойное условное обозначение;
- ❖ с прочими видами покрытий - **П**.

При наличии в составе покрытия *железного порошка* в количестве более 20 % к обозначению вида покрытия электродов добавляется буква **Ж**.

По допустимым пространственным положениям наплавки электроды подразделяются:

- ❖ для всех положений - **1**;
- ❖ для всех положений, кроме вертикального сверху вниз - **2**;
- ❖ для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх - **3**;
- ❖ для нижнего и нижнего в лодочку - **4**

По роду и полярности применяемого при наплавке тока, по номинальному напряжению холостого хода используемого источника питания сварочной дуги переменного тока частотой **50 Гц** электроды для наплавки подразделяются:

- ❖ Цифрой **0** - электроды для наплавки только на постоянном токе обратной полярности.

Индексы характеристик наплавленного металла (два индекса):

- ❖ первый - средняя твердость наплавленного металла:
- ❖ второй:
 - **1** - твердость наплавленного металла обеспечивается без термической обработки после наплавки,
 - **2** - после термической обработки

Пример условного обозначения электродов для наплавки (на этикетках, в маркировке коробок, пачек и ящиков):

Электроды *типа* Э-11ГЗ по *ГОСТ 10051-75*, марки ОЗН-300У, диаметром 4,0 мм, для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами Н, с толстым покрытием Д, обеспечивающие среднюю твердость 300НВ (HRCэ 33; ~300HV) - 300/33, без термической обработки после наплавки - 1, с основным покрытием Б, для наплавки в нижнем положении 4 на постоянном токе обратной полярности (0):
Э-11ГЗ-ОЗН-300У-4,0-НД ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75
Е-300/33-1-Б40

В документации: Электроды ОЗН-300У-4,0 ГОСТ 9466-75.

Контроль качества

Для проверки сварочно-технологических свойств наплавочных электродов выполняется наплавка на один образец (пластина из Ст3 или стали, для наплавки которой предназначены электроды). Размер пластины - **120 x 80 x 20 мм** (отклонение длины и ширины +/- 5 мм, толщины +/- 2 мм).

Наплавка на образец выполняется в четыре слоя в нижнем положении. Длина наплавки не менее 80 мм, ширина - не менее 8-мм диаметров контролируемых электродов.

Для электродов, обеспечивающих среднюю твердость наплавленного **HR Сэ > 42** допускается наплавка в образцов в три или два слоя.

На наплавочных образцах, проверка сплошности наплавленного металла проверяется после снятия верхнего слоя на **1,5 - 3,0 мм**.

При средней твердости наплавленного металла **HRCэ > 42** допускается зашлифовка поверхности наплавки без снятия верхнего слоя на **1,5 - 3,0 мм**.

Для проверки химического состава наплавленного металла выполняется **8-ми слойная** наплавка на образец (размеры выше), площадь наплавки - *не менее 80 x 40 мм*.

Для электродов диаметром *менее 5 мм* толщина пластин *не менее 4-х диаметров электрода*.

Для электродов со средней твердостью наплавленного металла **HRCэ > 42** допускается наплавка в пять слоев.

Проверка твердости наплавленного металла производится на поверхности 8-ми слойной или 5-ти слойной наплавки, выполненной для проверки химического состава наплавленного металла.

Упаковка

Масса электродов в коробке или пачке не должна превышать:

- 3 кг - для электродов диаметром до 2,5 мм;
- 5 кг - для электродов диаметром 3,0 - 4,0 мм;
- 8 кг - диаметром более 4,0 мм.

Наплавочная проволока.

По ГОСТ 10543 - 75 изготавливается стальная наплавочная проволока диаметром от 0,3 до 8 мм.

Стандартом предусмотрена:

- углеродистая проволока 9 марок (Нп-25, Нп-30, Нп-35, Нп-40, Нп-45, Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-85);
- легированная проволока, 11 марок (Нп-40Г, Нп-50Г, Нп-65Г, Нп-30ХГСА, Нп30Х5, Нп-40Х3Г2МФ, Нп-40Х2Г2М, Нп-5ХНМ, Нп-50ХФА, Нп-50Х6ФМС, Нп-105Х),
- высоколегированная проволока 10 марок (Нп-20Х14, Нп-30Х13, Нп-30Х10Г10Т, Нп-40Х13, Нп-45Х4В3Ф, Нп-45Х2В8Т, Нп-60Х3В10Ф, Нп-ГВ, Нп-Х15Н60, Нп-Х20Н80Т).

Проволока для наплавки подбирается в зависимости от назначения и требуемой твердости металла наплавки (*табл. 3*). **Минимальную твердость металла** можно получить при наплавке углеродистой проволокой марки **Нп-25 (HRC 40)**; **максимальная твердость металла** достигается высоколегированной проволокой марки **Нп-40Х13 (HRC 45 - 52)**. Обычно наплавка проволокой выполняется пол флюсом на автоматах, шланговых полуавтоматах и электродами с покрытиями - вручную.

Техника наплавки предусматривает наложение ниточных валиков с перекрытием предыдущего валика на 1/3 его ширины или валиков с поперечными колебаниями электрода.

Если необходимо восстановить размеры или форму детали, то используются обычная сварочная проволока, которая дает наплавленный металл низкой твердости.

Для наплавки согласно Госту 2247-70 используют сварочная проволока марок:

1. Св-08 (с твердостью наплавленного слоя *HB120-160*); Св-10Г2 (*HB180-210*); Св-08ГС (*НП 180-200*); Св-12ГС (*HV 190-220*); Св-08Г2С (*HV 180-210*) - оси,

валы, ролики (где проходит трения металла с смазкой);

2. Св-18ХГС (*HV240-300*) - трение металла с смазкой и без смазки (опорные ролики, натяжные колеса гусеничных машин, Цапфы);
3. Св-20 Х13 (*HRC 42-48*); Св-07Х27Т (*HRC 30-38*) - кавитационно-коррозионный износ при температурах до 450 Ос (уплотнительные поверхности запорной и пропускной арматуры для пара и воды);
4. Св-06Х19Н9Т (*HB160-190*); Св-08Х19Н9Ф2С2 (*HB200-230*) - кавитационно-коррозионный износ при температурах выше 450 °С.

Для получения наплавленного металла высокой твердости используют специальный стальной наплавляющий провод, который выпускают диаметром: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 6,5; 8,0 мм.

Таблица. 3.

Марки проволоки для наплавки

Основной металл	Марка проволоки	Ориентировочная твердость наплавленного металла, НРС	Примерное назначение
Углеродистые и низколегированные стали (менее 0,4% С)	Нп-25, Нп-30, Нп-35, Нп-40, Нп-40Г	40	Коленчатые валы, оси, шпиндели
Углеродистые и низколегированные стали (более 0,4% С)	Нп-45, Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-50Г, Нп-65Г, Нп-30ХГСА и др.	60	Крановые колеса, оси опорных тракторов и др.
Аустенитные высокомарганцевые стали	Нп-ГВА и др.	50	Железнодорожные крестовины, щеки дробилок, зубья ковшей
Хромистые стали	Нп-20Х14, Нп-30Х13, Нп-40Х13	48	Уплотнительные поверхности задвижек для пара и воды
Хромовольфрамовые теплоустойчивые стали	Нп-45Х2В8Т, Нп-60Х3В10Ф	45	Ножи для резки горячего металла, штампы для горячей штамповки

Согласно Госту 10543-82 используют стальной наплавляющий проволока марок:

1. Нп-25, Гп-30, Нп-35 (НП 160-220); Нп-40, Чп-45 (НП 170-230); Нп-50 (НП 180-240); Нп-65 (НВ220-300); Нп-80 (НП 260-340); Нп-40Г (НП 180-240) - трение металла при наличии смазки (оси, валы, шпиндели);
2. Нп-50Г (НП 200-270); Нп-65Г (НП 230-310); Нп-40Х13 (HRC 45-50) - трение металла без смазки со значительным контактным нагрузкой (оси опорных роликов, крановые колеса, натяжные колеса гусеничных машин);
3. Нп-40Х2Г2М (HRC 45-56); Нп-50 ХФА (HRC 43-50) - трение металлов с смазкой в сочетании с динамической нагрузкой (шлицевые и коленчатые валы, поворотные кулаки);
4. Нп-30 ХГСА (НП 220-300); Нп-30Х5 (HRC37-42); Нп-50ХНМ (HRC 40-50);
5. Нп-50 Х6ФМС (HRC 42-48); Нп-50Х (HRC 32-38); Нп-45Х2В8Г (HRC 40-46);
6. Нп-60ХЗВЮФ (HRC42-50); Нп-45Х4ВЗГФ (HRC38-45) - термическая усталость, тепловые измены (прокатные валки, кузнечной -прессовый инструмент);
7. Нп-40ХЗГ2МФ (HRC 38-44) - ударно-абразивный износ (ковши экскаваторов, ножи бульдозеров);
8. Нп-Г13А (НВ220-280) - ударное износ деталей из стали 110Г13Л;
9. Нп-20Х14 (HRC 32-38) - кавитационно-коррозионный износ запорной арматуры для пара и воды;
10. Нп-30Х1З (HRC 38-45) – гидро -абразивный износ (плунжеры гидравлических прессов, шейки коленчатых валов, гребные валы судов);
11. Нп-30Х10ПОТ (НП 200-220) - кавитационная эрозия (лопасти турбин, гребные винты);
12. Нп-Х15Н60 (НП 180-220) - термическая усталость при высокой температуре (печи, реторты);
13. Нп-Х20Н80Т (НВ120-220) - термическая усталость при высокой температуре в сочетании с коррозионной средой (клапаны двигателей внутреннего сгорания);
14. Нп-03Х15Н35Г7М6Б - коррозионный износ при повышенной температуре (корпуса сосудов в атомно-энергетическом машиностроении, арматура химической промышленности).

Цифры и буквы после индекса Нп (наплавляющий) указывают химический состав проволоки. Марки проволоки выбирают, учитывая необходимую твердость и нагрузки наплавляемых поверхностей.

Проволока поставляется в мотках с внутренним диаметром от 150 до 750 мм и массой от 1,5 до 30 кг. Мотки связывают в бухты массой не более 80 кг.

Наплавляющий проволока упаковывают и хранят идентично сварочном.

Таблица №1

Расшифровать условное обозначение наплавочных материалов

(варианты – по номеру в журнале):

Номер варианта	Условные обозначения наплавочных материалов		
1	Нп-30	ПЛ-Нп-10Г2СТ	Э-15Х28Н10С3М2ГТ
2	Нп-50	ПЛ-Нп-20Х2Г2СТ	Э-09Х31Н8АМ2
3	Нп-85	ПЛ-Нп-300Х25С3Н2Г2	Э-13Х16Н8М5С5Г4Б
4	Нп-40Г	ПЛ-Нп-400Х38Г3РСТЮ	Э-15Х15Н10С5М3Г
5	Нп-65Г	ПЛ-Нп-120Х22Р3Г2С	Э-15Х28Н10С3ГТ
6	Нп-30ХГСА	ПЛ-Нп-450Х20Б7М6Б2	Э-15Х28Н10С3М2ГТ
7	Нп-30Х5	ПЛ-Нп-500Х40Н40С2Р	Э-09Х16Н9С5Г2М2ФТ
8	Нп-40Х3Г2МФ	ПЛ-Нп-550Х44Н34ГСР	Э-35Х12В3СФ
9	Нп-40Х2Г2М	ПЛ-Нп-12Х16Н8М6С5Г4Б	Э-90Х4М4ВФ
10	Нп-50ХНМ	ПЛ-Нп-12Х18Н9С5Г2Т	Э-35Х12Г2С2
11	Нп-50Х6ФМС	ЛС-18ХГСА	Э-15Х15Н10С5М3Г
12	Нп-50ХФА	ЛС-70Х3МН	Э-120Х12Г2СФ
13	Нп-20Х14	ЛС-25Х5ФМС	Э-10М9Н8К8Х2СФ
14	Нп-30Х13	ЛС-50Х4В3ФС	Э-65Х11Н3
15	Нп-40Х13	ЛС-15Х13	Э-65Х25Г13Н3
16	Нп-20Х17Н3М	ЛС-12Х14Н3	Э-80В18Х4Ф
17	Нп-30Х10Г10Т	ЛС-02Х20Н11Г	Э-90В10Х5Ф2
18	Нп-45Х4В3ГФ	ПП-Нп-200Х12М	Э-105В6Х5М3Ф3
19	Нп-50Х3В10Ф	ПП-Нп-200Х12ВФ	Э-10К15В7М5Х3СФ
10	Нп-Г13А	ПП-Нп-30Х4В2М2ФС	Э-10К18В11М10Х3СФ
21	Нп-03Х15Н35Г7М6	ПП-Нп-10Х17Н9С5ГТ	Э-13Х16Н8М5С5Г4Б
22	Нп-Х20Н80Т	ПП-Нп-250Х10Б8С2Т	Э-30Х5В2Г2СМ
23	Нп-03Х15Н35Г7М6Б	ПП-Нп-30Х2М2ФН	Э-190К62Х29В5С2
24	Нп-40Х3Г2МФ	ПП-Нп-40Х4Г2СМНТФ	Э-320Х23С2ГРТ
25	Нп-60Х3ВЮФ	ПП-Нп-150Х15Р3Т2	Э-320Х25С2ГР

26	Нп-45Х4ВЗГФ	ПП-Нп-350Х10Б8Т2	Э-350Х26Г2Р2СТ
27	Нп-45Х2В8Г	ПП-Нп-35В9Х3СФ	Э-300Х28Н4С4
28	60Х3ВЮФ	ПП-Нп-12Х12Г12СФ	Э-225Х10Г10С
29	Нп-45Х2В8Г	ПП-Нп-25Х5ФМСТ	Э-110Х14В13Ф2
30	Нп-50 ХФА	ПП-Нп-35Х6М2	Э-175Б8Х6СТ

Практическая работа №8

1.Тема: *Общая характеристика процесса наплавки*

2.Цель работы

Приобрести практические навыки при изучении общей характеристики процесса наплавки, свойств наплавленного слоя и применение наплавки.

Ход выполнения работы

Ознакомление с теоретическими сведениями

Ответить на вопросы тематического диктанта по теме «Общая характеристика процесса наплавки»

3.Теоретические сведения

Одной из важных отраслей современной сварочной техники является наплавка.

Наплавкой называется *процесс нанесения слоя расплавленного металла на поверхность металлического изделия.*

Наплавкой на изделия образуют поверхностный слой (или слои) с особыми свойствами:

- износостойкость,
- кислотоупорность,
- жаростойкость,
- антифрикционность и др.

Износостойкость – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

Коррозионная стойкость – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

Жаростойкость – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

Хладостойкость – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

Антифрикционность – способность материала прирабатываться к другому материалу. (способность материала обеспечивать низкий коэффициент трения скольжения и тем самым низкие потери на трение и малую скорость изнашивания сопряженной детали).

Наплавку используют как в ремонтном деле, так и при изготовлении новых деталей.

Наплавленный металл связан с основным металлом весьма прочно и образует одно целое с изделием. Толщина слоя **от 0,5 до 10 мм** и более. Это один из наиболее распространенных способов повышения износостойкости и восстановления деталей и конструкций.

Наплавка позволяет создавать биметаллические изделия, у которых высокая прочность и низкая стоимость сочетаются с большой долговечностью в условиях эксплуатации.

Многочисленное повторное восстановление изношенных деталей во много раз уменьшает расход металла для изготовления запасных частей оборудования.

Из-за износа деталей ежегодные убытки в промышленности всех стран мира составляют многие миллиарды долларов, поскольку при остановках оборудования (связанных с его ремонтом) выпуск продукции на предприятии снижается.

В процессе эксплуатации изделия подвергаются следующим видам износа:

- 1. Износ «металл по металлу»** – при трении качения и скольжения деталей относительно друг друга с недостаточным количеством смазки или совсем без нее.
- 2. Ударный износ** – происходит при ударных и сжимающих нагрузках, которые приводят к смятию, сжатию и растрескиванию рабочей поверхности.
- 3. Совместный ударно-абразивный износ** – происходит при воздействии ударных нагрузок и режущего действия скользящих по инструменту твердых частиц, что приводит к выкрашиванию, растрескиванию и стачиванию рабочих поверхностей.
- 4. Интенсивный абразивный износ** – происходит в результате воздействия сыпучих материалов, приводящего к стачиванию и эрозии рабочей поверхности. Его разновидностью является износ типа «металл по земле», встречающийся у оборудования, используемого при землеройных работах.

Также разновидностью его можно считать эрозионный износ при воздействии на рабочую поверхность запыленного газового потока.

5. **Коррозионный износ** – происходит в результате коррозионного воздействия окружающей среды, а также вследствие окисления при повышенных температурах.
6. **Кавитационный износ** – имеет место в гидравлических системах.

На практике обычно реальный износ является результатом комбинированного воздействия нескольких указанных выше видов износа, причем почти всегда один из них превалирует.

Путем наплавки на рабочей поверхности изделия получаем сплав, обладающий комплексом свойств - износостойкостью, кислотоупорностью, жаростойкостью и т.д. *Масса наплавленного металла не превышает нескольких процентов от массы изделия.* При ремонте восстанавливаются первоначальные размеры и свойства поверхности деталей.

Увеличение стойкости важно, если от нее зависит работа того или иного агрегата, а его замена связана с простоем.

Для противостояния износу рабочие поверхности необходимо упрочнять. Один из наиболее эффективных способов упрочнения – электродуговая наплавка. Это недорогой метод продления срока службы металлических изделий нанесением на их поверхность защитного слоя. Он применяется не только для ремонта изношенных элементов конструкции, но и для придания особых свойств поверхностям новых изделий перед вводом их в эксплуатацию.

Помимо увеличения срока эксплуатации изделий, метод наплавки имеет и другие достоинства:

- ❖ Сокращается количество запасных частей эксплуатируемого оборудования.
- ❖ Увеличивается эффективность эксплуатации оборудования в связи с сокращением времени его простоя.
- ❖ Основная часть (основа) детали может быть выполнена из дешевой низколегированной стали.
- ❖ Снижаются расходы на обслуживание оборудования.

Применяется:

- дуговая,
- плазменно-дуговая,
- вибродуговая,
- импульсно-дуговая,
- электрошлаковая,
- индукционная,

- газовая наплавка.

Наибольший объем наплавочных работ выполняется электрической сварочной дугой

При наплавке в отличие от сварки в процессе участвует небольшое количество основного металла в связи с небольшой глубиной проплавления; поэтому внутренние напряжения и деформации изделия, склонность к образованию трещин незначительны.

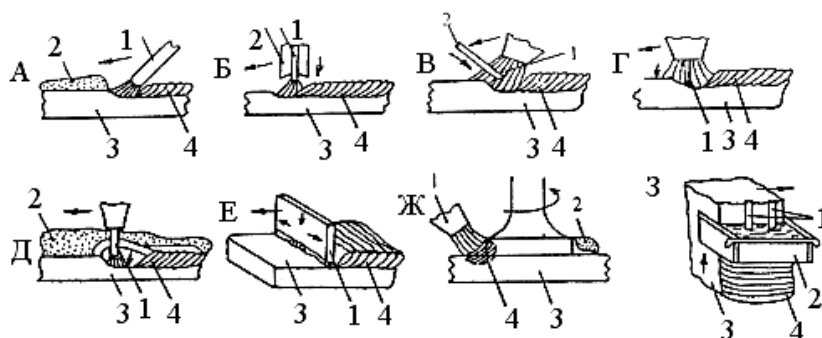


Рис. 1. Основные способы наплавки плавлением:

А — угольным электродом (1), расплавлением сыпучего наплавочного сплава (2);

Б — покрытым электродом (1) или легирующим покрытием (2);

В — неплавящимся вольфрамовым электродом (1) в инертных газах с задействованием присадочного прутка (2);

Г — плавящимся электродом (1) в защитном газе;

Д — сварка плавящейся проволокой (1) под флюсом (2);

Е — лентой плавящейся (1) в защитном газе (под флюсом);

Ж — струей плазмотрона (1) с наложенным или спеченным из порошков наплавочного материала (2);

З — плавящимся электродом (1) с перемещаемым медным ползуном (2), наплавляемая деталь (3); наплавленный слой (4)

Заданные свойства наплавленного слоя получают введением в его состав легирующих элементов. Способы легирования различны: за счет взаимодействия металла и шлака, поглощения элементов из окружающей газовой среды, введения в сварочную

ванну металлических добавок. Чаще всего применяют последний способ, как наиболее надежный и обеспечивающий нужный состав наплавленного слоя.

Особенно важно при наплавке получить однородность химического состава наплавленного металла, а следовательно, его свойств на всей поверхности наплавленной детали.

Дуговая наплавка в отличие от сварки развивалась гораздо медленнее. Ручная износостойкая наплавка открытой дугой известна с **20-х** годов прошлого столетия, но ее промышленное применение ограничивалось коренными ее недостатками: низкой производительностью, высококвалифицированной рабочей силой, тяжелыми условиями труда, непостоянным качеством наплавленного металла, обилием различных дефектов.

Для наплавки наибольшее применение получила дуговая сварка плавящимся электродом.

Требования к качеству наплавленного металла строже чем к сварным швам. *Наплавленный металл по свойствам должен существенно отличаться от основного металла. Часто в нем недопустимы поры, трещины и иные пороки, поэтому требования к нему строже, чем к сварным швам.*

Автоматическая наплавка свободна от перечисленных недостатков и способствовала успешному ее внедрению.

Механизированная наплавка – это непрерывность процесса, которая достигается использованием электродной проволоки или ленты в виде больших мотков; в подводе тока к электроду на минимальное расстояние от дуги, что позволяет применять токи большой силы без нагрева электрода; в применении различных способов защиты расплавленного металла от вредного воздействия воздуха.

Оптимальный состав наплавленного металла должен быть выбран с учетом особенностей его эксплуатации, а электродная проволока, флюс, термический режим наплавки – так, чтобы наплавленный металл обладал необходимым химическим составом и физическими свойствами.

Процессы наплавки применяются при ремонте и восстановлении первоначальных размеров и свойств изделий, изготовлении новых изделий с целью обеспечения надлежащих свойств конкретных поверхностей. При восстановлении наплавку обычно выполняют тем же металлом, из которого изготовлено изделие, однако это не всегда целесообразно. Иногда необходимо получить металл, отличающийся от металла детали, так как условия эксплуатации поверхностных слоев могут значительно отличаться от условий эксплуатации всего изделия. Изготовление изделия целиком из металла, который обеспечивает эксплуатационную надежность работы его поверхностей не экономно. Целесообразно изготавливать изделие из более дешевого, но достаточно работоспособного металла и только на поверхностях, работающих в особых условиях, иметь по толщине необходимый слой другого материала (применять биметалл). Это может быть достигнуто: поверхностным упрочнением (поверхностная закалка, электроискровая и другие виды обработки); нанесением тонких поверхностных слоев

значительной толщины на поверхность (на низкоуглеродистую сталь нанесением бронзы, коррозионностойкой стали и др.)

Для успешного развития наплавки промышленностью выпускается:

- ✓ углеродистая, легированная стальная проволока **56** марок,
- ✓ специальная наплавочная проволока **28** марок,
- ✓ различные флюсы,
- ✓ специальные наплавочные электроды.

Развитие наплавки направлено в первую очередь на полную механизацию трудоемких наплавочных работ за счет автоматической и полуавтоматической наплавки. Разрабатываются новые технологии.

Восстановление изношенных поверхностей и

наплавка слоев с особыми свойствами

Восстановление изношенных элементов оборудования, а также изготовление новых деталей с прочным поверхностным слоем часто разделят на три основных этапа:

1. **Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя** – для снижения содержания углерода и легирующих элементов в поверхностных слоях основного металла (применяется не всегда).
2. **Восстановление первоначальных размеров изношенного изделия (достройка)** – с использованием пластичных трещиностойких материалов, позволяющих наплавлять неограниченное число слоев. Если изделие эксплуатируется не в экстремальных условиях, этот этап наплавки становится завершающим. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, достройка выполняется до размеров, меньших первоначальным на толщину конечного слоя.
3. **Наплавка слоев с особыми свойствами** – для придания специальных свойств рабочим поверхностям изделия с целью увеличения срока его службы. Применяется как для реставрации изношенных, так и для изготовления новых деталей. Обычно осуществляется в один – два, реже в три и более слоя.

Износостойкая наплавка обычно осуществляется на изделия из:

- Углеродистых и низколегированных сталей
- Марганцовистых аустенитных сталей.

Рекомендации по наплавке на такие стали прямо противоположны:

- *При наплавке на углеродистые и низколегированные стали, как правило, нужен предварительный нагрев изделия и медленное охлаждение. Иногда после наплавки применяется термообработка. Параметры этих процессов зависят от содержания углерода и легирующих элементов в металле основы и наплавляемого материала, габаритов изделия.*

- *Наплавка на марганцовистые аустенитные стали, наоборот, должна производиться без предварительного подогрева и последующей термообработки. Нагрев изделия при наплавке должен быть минимальным; если его температура превысит 260 °С, изделие может стать хрупким.*

Углеродистые и низколегированные стали магнитны, а марганцовистые аустенитные немагнитны, поэтому их можно легко отличить с помощью магнита.

Контрольные вопросы:

1. Износостойкостью называется
2. Коррозионной стойкостью называется
3. Жаропрочностью называется
4. Жаростойкостью называется
5. Антифрикционностью называется
6. Хладостойкостью называется
7. Толщина наплавленного слоя должна быть
8. Ударный износ – происходит при
9. Износ «металл по металлу» – происходит при
10. Интенсивный абразивный износ – происходит в результате
11. Коррозионный износ – происходит в результате
12. Совместный ударно-абразивный износ – происходит при
13. Кавитационный износ – имеет место
14. Основная часть (основа) детали может быть выполнена из
15. Применяются следующие виды наплавки:
 - а).
 - б).
 - в).
 - г).
 - д).
 - е).
 - ж).
16. Процессы наплавки применяются при
17. Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя выполняется для ...
18. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, достройка выполняется до размеров,
19. Наплавка слоев с особыми свойствами выполняется для
20. При наплавке на углеродистые и низколегированные стали, как правило, нужен ...

Практическое занятие № 9

Тема: *Сварка в защитном газе неплавящимся электродом*

1. Цель работы

Изучение особенностей способов дуговой сварки в защитных газах, сварочного оборудования и техники выполнения сварки

2. Оборудование и материалы

2.1. Установка аргонодуговой сварки

2.2 Полуавтомат для сварки в углекислом газе

2.3 Секундомер

2.4 Керн

2.5 Линейка металлическая

2.6 Молоток

2.7 Зубило

2.8 Маркеры

2.9 Металлическая щетка

2.10 Сварочная проволока марок Св-08А и Св-08Г2С диаметром 0,8... 1,6 мм

2.11 Пластины из стали и алюминиевых сплавов

3. Теоретические сведения

При сварке в защитном газе электрод, дуга и сварочная ванна защищены от воздействия окружающего воздуха струей защитного газа. В качестве защитных газов применяют инертные газы (аргон, гелий) и активные газы (углекислый газ, азот, водород и др.). Для этих целей используют иногда смеси двух газов и более. Наибольшее применение нашли аргон и углекислый газ.

Аргонодуговая сварка. Сварку осуществляют неплавящимися и плавящимися электродами. Сварку неплавящимися (вольфрамовыми) электродами ведут на постоянном токе прямой полярности. В этом случае дуга легко зажигается и горит устойчиво при напряжении 12... 18 В. При обратной полярности возрастает напряжение дуги, уменьшается устойчивость ее горения и снижается стойкость электрода.

Однако при обратной полярности под воздействием дуги с поверхности свариваемого металла удаляются оксиды. Это свойство дуги используют при сварке алюминия, магния и их сплавов, применяя для питания дуги переменный ток.

При сварке неплавящимся электродом на переменном токе сочетаются преимущества дуги на прямой и обратной полярностях. Для повышения эффективности и устойчивости процессов питания дуги переменным током осуществляют от специальных

источников тока. Сварку в аргоне плавящимся электродом выполняют на автоматах или в виде механизированного варианта. Нормальное протекание процессов и хорошее формирование шва достигается при высоких плотностях тока (100 А/мм² и более), при которых перенос расплавленного металла с электрода становится мелкокапельным или струйным, обеспечивается глубокое проплавление основного металла, формирование плотного шва с ровной и чистой поверхностью и разбрызгивание в допустимых пределах. Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности. В данном случае дуга горит устойчиво, так как ее электрические свойства в значительной мере определяются наличием ионизированных атомов металла электрода в столбе дуги.

Дуговая сварка в углекислом газе. Сварку в углекислом газе выполняют только плавящимся электродом на повышенных плотностях постоянного тока обратной полярности. Такой режим обусловлен теми же особенностями переноса электродного металла и формирования шва, которые свойственны сварке плавящимся электродом в аргоне.

При использовании CO₂ в качестве защитного газа необходимо учитывать металлургические особенности процесса сварки, связанные с окислительным действием CO₂.

Изучению в лаборатории подлежат установка для аргонодуговой сварки и полуавтомат для сварки в углекислом газе ПДГ-305 или подобный ему.

Источник питания с повышенным напряжением холостого хода в сочетании с осциллятором необходим для легкого и быстрого возбуждения дуги и ее устойчивого горения, так как потенциал возбуждения и ионизация инертных газов значительно выше, чем у азота, кислорода и паров металла.

Сварочная горелка представляет собой ручной инструмент, обеспечивающий направленную подачу проволоки, токоподвод к ней и газовую защиту зоны горения дуги.

В процессе ознакомления в лаборатории со схемами и натурными образцами сварочного оборудования необходимо уделить внимание назначению и устройству следующих элементов и узлов:

а) в аргонодуговой установке:

источник питания и осциллятору;

горелкам, баллонам для аргона, запорной и регулирующей арматуре и контрольно-измерительным приборам;

б) в полуавтомате:

источнику питания и механизму подачи сварочной проволоки;

горелкам, баллонам для углекислого газа, осушителям, запорной и другой арматуре, контрольно-измерительным приборам.

Необходимо также выписать технические характеристики и энергетические показатели установки и полуавтомата, ознакомиться с правилами их подключения и безопасной работы на них.

Техника и режимы дуговой сварки в защитных газах

Изучение техники выполнения сварки различных швов на установке и полуавтомате.

Ручная аргонодуговая сварка

Аргонодуговой сваркой выполняют швы стыковых, тавровых и угловых соединений. Сварку неплавящимся электродом применяют, как правило, при толщине металла 0,5... 6 мм. При толщине листов до 2,5 мм рекомендуется сварку производить с отбортовкой кромок. При зазоре 1... 0,5 мм можно сваривать тонколистовой металл толщиной 0,5... 4 мм без отбортовки и разделки кромок. Листы толщиной 4... 12 мм сваривают встык с V-образной разделкой кромок при угле разделки 50...70°. Допустимый зазор в стыке составляет не более 1,0 мм.

Демонстрация аргонодуговой сварки производится учебным мастером на примере сварки алюминиевого сплава в следующей последовательности:

- подготовка пластин к сварке (записать марку сплава и операции подготовки);
- выбор режима сварки по таблицам, представленным в лаборатории;
- настройка установки на заданный режим сварки;
- сварка пластин в нижнем положении.

Во время демонстрации процесса сварки необходимо наблюдать за формированием металла шва, движениями горелки и присадочного прутка, записать режим сварки (диаметр электрода, диаметр выходного отверстия сопла горелки, силу тока, напряжения, расход газа), время горения дуги. После сварки следует визуально оценить качество сварного соединения.

Механизированная дуговая сварка в углекислом газе

Сварку в углекислом газе производят почти во всех пространственных положениях. Листовой металл из углеродистых и низкоуглеродистых сталей толщиной 0,6... 1,0 мм сваривают с отбортовкой кромок. Листы толщиной 1,0... 8,0 мм сваривают без разделки кромок, но с зазором до 1,0 мм. При толщине металла более 8,0 мм требуется V-образная разделка кромок.

Изучение техники выполнения дуговой сварки производится путем демонстрации процесса сварки.

4. Порядок выполнения работы

4.1 Ознакомиться с сущностью и особенностями способов дуговой сварки в защитных газах;

4.2 Изучить устройство, принципы работы и технологические возможности постов

ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и механизированной сварки в углекислом газе;

4.3 Получить практическое представление о технических возможностях дуговой сварки в аргоне и углекислом газе.

4.4 Подбор режима сварки для стали СтЗсп по таблицам;

4.4 Наплавка валика в нижнем положении на пластину 10x50x150 проволокой СВ-08А диаметром 1,6...2,0 мм;

4.5 Наплавка валика в нижнем положении на пластину 10x50x150 проволокой СВ-08Г2С диаметром 1,6...2,0 мм.

5. Содержание отчёта

5.1 Схемы и особенности процесса дуговой сварки в инертных и активных защитных газах.

5.2 Принципиальные схемы установки для сварки в среде аргона и полуавтомата для сварки в среде углекислого газа.

5.3 Результаты наблюдений техники выполнения дуговой сварки в аргоне и углекислом газе.

5.4 Выводы по работе.

6. Контрольные вопросы

6.1 Сварка в инертных газах вольфрамовым электродом (TIG)

6.2 Характеристики источников питания

6.3 Способы поджига дуги и применяемое для этого оборудование

6.4 Оборудование и приспособления: горелки, газовые линзы, панели управления, управление нарастанием и снижением тока, импульсная сварка

6.5 Влияние рода тока и полярности: постоянный ток прямой DC(+) и обратной DC(-) полярности, переменный ток AC.

6.6 Рекомендации по надлежащему применению для различных материалов, например алюминия Al

6.7 Расходуемые материалы: защитные газы, присадочные материалы, электроды

6.8 Параметры режима сварки: ток, напряжение, скорость сварки, расход газа

6.9. Подготовка соединения под сварку: типичные виды соединений под сварку, сборка под сварку, очистка

Лабораторная работа №10

Тема: *Исследование процесса сварки алюминия и его сплавов*

1. Цель работы

1.1 Изучить процесс сварки алюминия и его сплавов

2. Оборудование, приспособления, инструмент и материалы

2.1 Сварочный пост постоянного тока с электроизмерительными приборами

2.2 Пост для сварки в среде Ar

2.3 Секундомер

2.4 Весы циферблатные с гирями

2.5 Наждачная бумага, металлическая щетка

2.6 Бачок с водой

2.7 Штангенциркуль

2.8. Линейка

2.9 Пресс для излома проб

2.10 Специальная струбцина

2.11 Пластины из сплава А1 (100 * 100 * 8 мм)

2.12 Угольные или графитовые электроды ($d_{\text{м}} = 8$ мм)

2.13 Флюсы указанного состава

2.14 Электроды ОЗА-1

2.15 Алюминиевые прутки ($d = 2-4$ мм), покрытые тонким слоем флюса.

2.16 ГОСТ14806-69

3. Теоретические сведения

Алюминий и его сплавы получили широкое распространение в различных отраслях промышленности благодаря малой плотности, высоким механическим свойствам, высокой коррозионной стойкости и хорошей свариваемости. В настоящее время алюминий и его сплавы широко применяют для изготовления разных сварных конструкций, изделий и сосудов. Кроме проката алюминий используют в виде литья, поэтому дефекты литья обычно исправляют сваркой.

Основными затруднениями при сварке алюминия является:

- присутствие на поверхности металла тугоплавкой плотной окисной пленки Al_2O_3 ($T_{пл} = 2050^\circ C$, $\gamma = 3,9 \text{ г/см}^3$), толщина которой увеличивается с течением времени и с повышением температуры.

- большие значения коэффициентов линейного расширения α и теплопроводности λ часто приводят к деформациям, а иногда и к трещинам в сварных соединениях из Al и его сплавов. Алюминиевые сплавы могут быть сварены всеми существующими видами сварки. Выбор способа сварки зависит от технических требований, конструктивных особенностей и технико-экономических соображений.

Сварку алюминия угольным электродом производят в исключительных случаях при изготовлении неотчетственных конструкций. Угольным электродом сваривается металл толщиной от 1,5 до 15 мм и завариваются дефекты литья. Листы толщиной до 3 мм свариваются без присадочного материала по отбортовке, до 8 мм — свариваются встык без подготовки кромок, свыше 8 мм — свариваются с подготовкой кромок. Присадочный материал берется того же состава, что и основной, или же применяются сплавы, содержащие Si до 5%. Во всех случаях применяются флюсы, которые наносятся на присадочный материал и на свариваемые кромки. Травления кромок не требуется.

Состав флюса АФ-4А приведен ниже, %:

NaCl.....	28	LiCl	14
KCl	50	NaF	8

Используется также часто флюс 3, состоящий из 30—35% криолита и 70—75% флюса АФ-4А. Криолит Na_2AlF_6 является растворителем Al_2O_3 , но обладает повышенной температурой плавления; NaCl, KCl, LiCl снижают температуру плавления фтористых соединений и повышают жидкотекучесть шлаков. Схема сварки алюминий угольной дугой приведена на рис. 17.1. При сварке поперечные колебания не рекомендуются. При больших толщинах применяются двух-трехслойные швы и подогревается кромки дугой до температуры $250—300^\circ$. Сварку производят на графитовых, медных или стальных подкладках, на постоянном токе прямой полярности при определенных режимах (табл. 1).

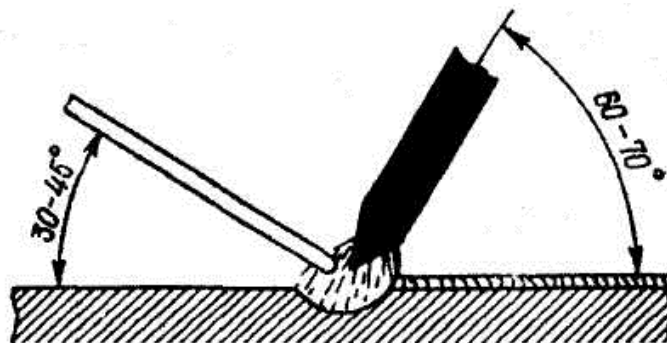


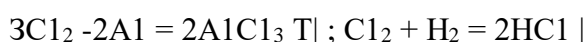
Рисунок 17.1-Схема сварки алюминия угольной дугой

Таблица 1 - Режимы сварки алюминия угольной дугой

Толщина листов, мм	Диаметр, мм		Сила тока, А
	присадочной проволоки	электрода	
2-4	3-5	8	120-200
4-7	4-6	10-12	200-280
7-10	6-7	12-15	280-370
10-15	7-10	15	370-500

Сварка алюминия металлическим плавящимся электродом — наиболее дешевый и простой способ. Этот способ рекомендуется применять при изготовлении изделий и конструкций из металла толщиной более 3 мм. Электродные стержни берутся обычно того же химического состава, что и основной металл.

В состав электродных покрытий для дегазации ванны хлором в значительных количествах входят хлористые соединения. Хлор, диссоциируя, образует атомы, которые активно вступают в реакцию с алюминием и водородом, образуя $AlCl_3$ и HCl , которые в виде пузырьков уходят в атмосферу:



Для сварки используют электроды марок ОЗА-1 и АФ-4аКр. Алюминиевые сплавы свариваются в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом и плавящимся электродом. При аргоно-дуговой сварке разрушение окисной пленки происходит за счет катодного распыления.

При сварке тонких материалов неплавящимся электродом без присадки или с присадкой в один проход горелку перемещают справа налево углом вперед (рис. 17.2). Присадка подается короткими возвратно-поступательными движениями и должна находиться под возможно меньшим углом к изделию. Конец прутика опирается на край расплавленной ванны. Однопроходная сварка выполняется без колебательных движений. Присадочная проволока берется того же состава, что и основной металл. Поверхность свариваемого изделия и присадочной проволоки подготавливается под сварку. Для сварки применяется аргон (Аг) марки Б, ГОСТ 10157—73 (Аг 99,95%).

Сварка вольфрамовым электродом ведется на переменном токе при определенных режимах, указанных в таблице 2. При стыковой сварке металла толщиной 1—1,5 мм с отбортовкой без присадки сила тока снижается на 10—15%.

Таблица 2 - Режимы сварки алюминиевых сплавов в аргоне

Толщина металла, мм	Сила тока.	Диаметр, мм	Объемный расход Аг, л/мин

2	90-120	2—3	2—3	5-7
4	140-200	3-5	3-4	7-9

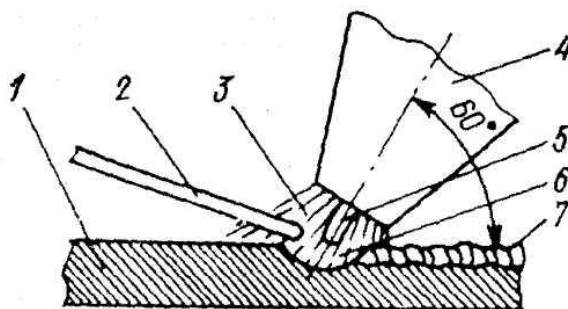


Рисунок 17.2 - Схема аргонно-дуговой сварки неплавящимся электродом:

1 — свариваемое изделие; 2— присадочный пруток; 3 — защитный газ; 4 — горелка; 5— вольфрамовый электрод; 6—сварочная дуга; 7— наплавленный металл 1

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Сварка А1 угольным электродом.

1. Собрать пластины в специальной струбцине, прихватить их по торцам и взвесить.
2. Определить массу присадочного прутка.
3. Подобрать по толщине свариваемого материала диаметр электрода, а по диаметру электрода силу сварочного тока (табл. 1).
4. Нанести флюс на поверхность для наплавки.
5. Наплавить валик поперек стыка длиной 60—80 мм, выполняя сварку поперек стыка, фиксируя силу тока, напряжение и время сварки.
6. Охладить пробу в воде, очистить от шлака, взвесить пробу с наплавленным валиком, определить массу остатка прутка.
7. Сломать пробу на прессе, определить глубину провара и качество шва по внешнему виду.
8. Рассчитать коэффициенты плавления, наплавки и теоретическую производительность.

Опыт 2. Сварка А1 и его сплавов металлическим электродом.

1. Собрать пластины в специальной струбцине, прихватить их по торцам и взвесить.

2. Определить массу металлического стержня-электрода.
3. Подобрать диаметр электрода по толщине свариваемого металла и силу тока по диаметру электрода.
4. Наплавить валик поперек стыка длиной 60—80 мм, фиксируй режим и время сварки.
5. Охладить пробу, высушить, очистить от шлака. Взвесить пробу с наплавленным валиком, определить массу .огарка.
6. Изменяя силу сварочного тока в сторону увеличения и уменьшения, наплавить еще два валика, руководствуясь вышеприведенными пунктами.
7. Повторить пп. 7, 8 опыта 1.

Опыт 3. Сварка А1 и его сплавов неплавящимся вольфрамовым электродом с среде Аг.

1. Ознакомиться с устройством поста аргонно-дуговой сварки.
 2. Зачистить пластины и выполнить пп. 1, 2 опыта 1.
 3. Подобрать диаметр вольфрамового электрода по толщине свариваемого металла и по диаметру электрода подобрать силу сварочного тока (табл. 2). Установить объемный расход Аг = 5-7 л/мин.
 4. Зажечь дугу на угольной пластине, после разогрева электрода перенести ее на свариваемое изделие. Ввести присадочный пруток в сварочную ванну и наплавить валик длиной 60— 80 мм перпендикулярно стыку.
 5. Увеличивая и уменьшая диаметр прутка, повторить п.п. 2—4.
 6. Повторить пп. 7, 8 опыта 1.
- Данные всех измерений и результаты расчетов занести в таблицу 3.

Таблица 3 - Результаты опытов

Марка электрода	Результаты замеров							Результаты расчетов					
	Масса пробы, г		Масса металлического стержня электрода или присадочного прутка, г		Режим			Глубина провара, мм	Масса металла, г		Коэффициенты, г/(Ач)		Производительность, г, ч
	До наплавки	После наплавки	До наплавки	После наплавки	Сила тока, А	Напряжение, В	Время горения дуги, с		Расплавленного	Расплавленного	Плавления	Наплавки	

5. Содержание отчета

5.1. Методика постановки опытов

5.2. Таблица результатов опытов и расчетов

5.3. Техническая характеристика электродов марки ОЗА-1

5.4. Ответы на контрольные вопросы

6. Контрольные вопросы

6.1 Факторы, затрудняющие сварку А1 и его сплавов.

6.2 Почему аргонно-дуговая сварка алюминия и его сплавов неплавящимся электродом производится на переменном токе?

6.3 Операции, составляющие процесс подготовки А1 к сварке

Практическое занятие №11

Тема: *Выполнение сварки алюминиевых сплавов с использованием аргонодуговой сварки*

1. Цель работы

1.1 Определить максимальный допустимый постоянный сварочный ток на данный вольфрамовый электрод.

1.2 Определить влияние длины дуги на её напряжение при сварке на постоянном токе прямой и обратной полярности.

1.3 Построить статическую характеристику дуги вольфрам - нержавеющая сталь при сварке на постоянном токе прямой и обратной полярности.

1.4 Определить влияние расхода аргона на напряжение дуги вольфрам - алюминий.

1.5 Определить влияние силы сварочного тока и напряжение дуги на глубину проплавления и ширину шва при использовании постоянного тока прямой полярности.

2. Оборудование и материалы

2.1. *Установка для автоматической сварки вольфрамовым электродом*

2.2 *При отсутствии установки сварочный выпрямитель типа ВДУ - 504, с комплектом для ручной аргонно-дуговой сварки*

2.3 Газовый редуктор AP-40

2.4 Расходомер газа - ротаметр типа РС-3

2.5 Сварочный щиток, кузнечные клещи

2.6 Вольфрамовые электроды диаметром 3 мм - 100 г

2.7 Пластины из нержавеющей стали 200x150x5 мм марки 10X18Н9Т- 4шт

2.8 Пластины из алюминия 200x150x5 мм марки А0 или А97-2 шт

2.9 Аргон чистый 1-го сорта - 1 м³

3. Теоретические сведения

Ewm PICOTIG 180 TGD Инверторный аппарат дуговой сварки

Технические характеристики:

Пределы регулирования сварочного тока (плавная настройка): 5-180 А;
Сварочный ток при относительной продолжительности включения (ПВ) и темп. окружающей среды 20°С:

ПВ, %	TIG, А	MMA, А
50%	-	150
60%	150	-

100% 120 120

Сварочный ток при относительной продолжительности включения (ПВ) и темп. окружающей среды 40°C:

35% 180 150

60% 150 120

100% 120 100

Напряжение холостого хода, не менее: 90 В;

Сетевое напряжение (50 / 60Hz), В / допуски: 1x230В -40%; +15%

1x240В -40%; +10%

Потребляемая из сети мощность, не более: 6,2 кВт;

Рекомендуемая мощность генератора: 8,2 кВт;

Сетевые предохранители (плавкие): 1x16А инерционные;

Габаритные размеры: 430x135x250 мм;

Масса без сетевого штекера, не более: 6,9 кг;

Изготовлен по нормам EN 60 974-1, 50199, S-знак, CE, IP 23.

Особенности:

1. Современный пластмассовый корпус:
 - малый вес для легкой транспортировки и использования,
 - эргономичная конструкция без углов и кромок,
 - функциональность, устойчивость и безопасность даже при падениях и толчках;
2. Защита от перенапряжения - Случайное подключение к сети питания с напряжением 400 В не ведет к повреждению аппарата;
3. Максимально простое управление – идеальный вариант для монтажа, например, при постоянно сменяющемся персонале;
4. Удобство транспортировки благодаря наличию ремня для переноски, например, по лестницам, приставным лестницам, стальным конструкциям и лесам;
5. Оптимально также для использования на строительной площадке благодаря необычно большому диапазону сетевого напряжения для беспрепятственного применения от длинных сетевых кабелей и от генератора;
6. Отличное соотношение веса и мощности благодаря улучшенной системе охлаждения.

Область применения:

1. Сварка ВИГ: углеродистой, низколегированной и высоколегированной стали, никелевых сплавов, медных и специальных сплавов;
2. Ручная сварка стержневыми электродами с рутиловым и основным покрытием: Углеродистая, низколегированная и высоколегированная сталь, никелевые и медные сплавы;
3. Производственные и ремонтные работы, металлические конструкции, строительство фасадов, систем отопления и вентиляции, пищевая и химическая промышленность, производство трубопроводов, емкостей и аппаратов, машино-, приборо- и станкостроение и т.д.

Максимально простое управление:

1. Интуитивно понятный, наглядный интерфейс поверхности панели управления;

2. Рациональное сокращение количества органов управления важнейших функций ВИГ, таких как сварочный ток, спад тока, продувка газом после окончания сварки;
3. Дальнейшие параметры устанавливаются оптимально и могут быть при необходимости изменены;
4. Управление одной ручкой одна большая ручка потенциометра для установки всех необходимых значений;
5. Цифровой дисплей для воспроизводимой настройки и отображения всех сварочных параметров;
6. 2-/4-тактный, сварка ручная /ВИГ, ВЧ-/контактное зажигание;
7. Обширные функции сварки стержневыми электродами: регулировка тока и времени горячего старта, настройка форсажа дуги, устройство Antistick.

Ewm PICO 162 Инвертор

Технические характеристики:

Пределы регулирования сварочного тока (плавная настройка) 5 -160 А
 Сварочный ток при относительной продолжительности включения (ПВ) и температуре окружающей среды 20°C:

ПВ, %	ММА, А	TIG, А
50%	150	160
100%	115	115

Сварочный ток при относительной продолжительности включения (ПВ) и темп. окружающей среды 40°C:

ПВ, %	ММА, А	TIG, А
35%	150	160
100%	100	100

Напряжение холостого хода, не менее 97В

Потребляемая из сети мощность, не более 6,0 кВт

Рекомендуемая мощность генератора 8,1 кВт

Габаритные размеры: 335x110x220 мм;

Вес 4,8 кг.

Подробное описание:

1. Самая современная инверторная технология - простота транспортировки благодаря компактной конструкции и малому весу (4,8 кг);
2. Функциональность и надежность гарантируются даже при падениях и ударах благодаря продуманной конструкции корпуса и прочному пластику;
3. Идеально подходит для строительных работ благодаря надежной эксплуатации с длинными сетевыми кабелями (до 50 м) и от генератора;
4. Работа без всяких проблем с 4 мм электродами - с покрытием от базового до рутил-целлюлозного - благодаря отличным свойствам зажигания и сварки;
5. Продуманная конструкция корпуса с улучшенными воздуховодами для увеличения продолжительности включения и вентиляторным управлением для снижения количества загрязнений в аппарате;
6. Защита от перенапряжения - случайное подключение к сети питания с напряжением 400 В не ведет к повреждению аппарата.

Область применения:

1. Ремонт строительной и сельскохозяйственной техники, машин, оборудования;
2. Обмазанные электроды (рутиловые, рутиловые основные, базовые, рутиловые целлюлозные);
3. Нелегированные, низко- и высоколегированные стали.

Комплектация:

1. Источник сварочного тока PICO 162;
2. Картонная коробка;
3. В стандартный комплект поставки инвертора PICO 162 держатель электрода и кабель заземления не входит.

Вольфрамовые электроды: назначение

Вольфрамовые электроды – это электроды для аргонной сварки электрической дугой. Свое название вольфрамовые электроды для сварки получили от металла в их основе. Он является наиболее тугоплавким металлом, а значит, он гарантирует собственную прочность даже при длительной сварке.

Вольфрамовые электроды современные производители все чаще дополняют содержанием различных окислов (церия, лантана, циркония и прочих). Подобная технология позволяет повысить наиболее важные для сварки характеристики и свойства электродов.

Вольфрамовые электроды: виды и маркировка

В зависимости от присутствия различных веществ и добавок, электроды разделяют на несколько видов:

WZ-8 – это электроды вольфрамовые для сварки, в которые добавлено 0,8% окисла циркония;

WT-20 – электроды вольфрамовые для сварки, которые сегодня применяются наиболее часто. При сварке электродами этого вида рекомендуется обеспечить сварщика вентиляцией или защищать его дыхательные пути, так как во время сварки эти электроды выделяют торий;

WC-20 – электроды вольфрамовые для сварки, легированные оксидом церия (2%). Данный вид электродов применяется для сварки как постоянным, так и переменным током;

WL-20 и модификация WL-15 – вольфрамовые электроды для сварки, в состав которых входит и оксид лантана;

WP – маркировка вольфрамовых электродов для сварки, которая означает, что данные электроды содержат не более 0,5% различных примесей.

Типы сварочных работ

Существуют и другие марки вольфрамовых электродов, применяемые для дуговой сварки. В частности, для сварки в среде какого-либо защитного газа (например, аргона).

Вольфрамовые электроды также используются для сварки TIG. Причем, для любых разновидностей этой сварки:

1. для ручной;
2. для полуавтоматической сварки;
3. для автоматической сварки с использованием неплавящегося электрода.

4. Порядок выполнения работы

1. Собрать схему установки для сварки вольфрамовым электродом в защитных газах на постоянном токе по заданию преподавателя. Закрепить в горелке неплавящийся электрод (конец электрода заточить под углом 60°).

Определение максимального, допустимого постоянного сварочного тока данной полярности на вольфрамовый электрод диаметром 3 мм производится в следующем порядке:

- а) установить длину дуги 5 мм;
- б) установить скорость сварки 20 м/час;
- в) приблизительно установить силу сварочного тока 40 А;
- г) установить по ротаметру расход газа 5.7 л/мин;
- д) включить автомат и возбудить сварочную дугу на пластине;
- в) увеличивая силу сварочного тока и наблюдая через сварочный щиток, заметить момент начала расплавления конца вольфрамового электрода, отметить значения сварочного тока и напряжения на дуге.

Опыт выполнить на прямой и обратной полярности.

2. Для определения влияния длины дуги, горящей в аргоне, на её напряжение возбудить дугу на пластине из нержавеющей стали и алюминия. Параметры сварки: диаметр вольфрамового стержня 3 мм, расход аргона 5.7 л/мин, сварочный ток 100А, скорость сварки 20м/ч. Длину дуги изменять в пределах 2.10 мм. Опыты провести на постоянном токе прямой и обратной полярности.

Результаты опытов занести в таблицу 8.1. По полученным данным построить график зависимости $i_d = f(l_d)$.

3. Для построения статической характеристики дуги - зависимости $i_d = f(U_d)$ при различных значениях длины дуги установить следующие параметры сварки: расход аргона 5.7 л/мин, скорость сварки 20 м/час. Силу сварочного тока изменять в пределах 50.150 А при длине дуги 2,5 и 8 мм. Опыты провести на постоянном токе прямой и обратной полярности.

4. Для определения влияния расхода аргона на напряжение дуги установить следующие параметры сварки: сварочный ток 100 А (постоянный), скорость сварки 25 м/час, длина дуги 5 мм. Дугу возбудить на алюминиевой пластине. Опыт провести при расходе аргона 2, 4, 6 и 10 л/мин на постоянном токе прямой и обратной полярности. Построить график зависимости $U^f(Q_F)$.

5. Для определения влияния силы сварочного тока и напряжения дуги на размеры шва установить следующие параметры сварки: постоянный сварочный ток прямой полярности, расход газа 5.7 л/мин, скорость сварки 25 м/час. Дугу возбудить на пластине из нержавеющей стали.

При определении зависимости $I_{пр}, e = \psi_{св}$) напряжение дуги поддерживать в процессе сварки 12.16 В. Сварочный ток изменять в пределах 100.250 А.

При определении зависимости $I_{пр}, e = \psi_{и_d}$) сила сварочного тока 200 А. Напряжение дуги изменять в пределах 10.20 В, регулируя длину дуги.

Сварку каждого последующего валика производить на пластину, охлажденную до комнатной температуры. Определение $I_{пр}$ и e производится при помощи штангенциркуля после поперечной разрезки пластин. Построить графики зависимости.

5. Содержание отчёта

5.1 Описание методики производства опытов.

5.2 Выводы и объяснения полученных результатов.

5.3 Результаты измерений в таблице и графики указанных преподавателем зависимостей.

Таблица 1- Результаты опытов

№ пп	Материал пластины	Полярность	Расход газа, л/мин	Длина дуги, мм	Режим сварки			Размеры шва, мм	
					$I_{св5}^A$	Уд, В	$V_{св}$, см/с	hпр	L

6. Контрольные вопросы

6.1 Можно ли производить сварку вольфрамовым электродом в среде углекислого газа?

6.2 Остается ли постоянной статическая характеристика вольфрамовой дуги при сварке различных материалов?

6.3 От чего зависит величина допустимого тока на электроде?

6.4 От чего зависит расход защитного газа?

6.5 Какие трудности имеются при сварке алюминия и его сплавов?

6.6 На какой полярности вольфрам разогревается сильнее?

Практическое занятие № 12

Тема: Изучение технологических параметров аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

1. Цель работы

1.1 Изучить технологию инверторной сварки

1.2 Изучить особенности материала

1.3 Аппараты для сварки алюминия

2. Оборудование и материалы

2.1. Сварочный аппарат TETRIX 300 Plasma

2.2 Вольфрамовые электроды диаметром 3 мм - 100 г

2.3 Пластины из алюминия 200x150x5 мм марки А0 или А97-2 шт

2.4 Аргон чистый 1-го сорта - 1 м³

3. Теоретические сведения

TETRIX 300 Plasma.

Сварочный аппарат TETRIX 300 Plasma для плазменной сварки и пайки, аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в среде инертного газа TiG и ручной дуговой сварки ММА постоянным током.

Область применения: криогенная промышленность, химическая и пищевая промышленность, машиностроение, автомобилестроение, вагоностроение, судостроение, изготовление резервуаров, емкостей и контейнеров, вентиляционного оборудования, монтажные работы, сварка трубопроводов и многое другое.

Характерные особенности

1. Цифровая индикация сварочного напряжения, тока и других параметров сварки;
2. 256 программ и 16 программируемых операций. Оптимально для широкого круга задач;
3. Идеальные характеристики для роботизированного, промышленного и механизированного применения;
4. Идеальные характеристики зажигания и процесса сварки благодаря инверторному источнику EWM;
5. Оптимальная защита плазменной сварочной горелки за счет встроенного реле расхода для охлаждающей жидкости;
6. Регулируемые параметры: стартовый и сварочный токи, ток завершения сварки, время продувки газа, время нарастания и спада тока, время импульса и паузы, управление зажиганием;
7. Максимальная производительность;
8. Все узлы системы распознаются автоматически и могут комбинироваться в любом порядке без дополнительных инструментов;
9. Эргономичность, прочное компактное исполнение;
10. Наглядное размещение органов управления, интуитивно понятное управление, доступное каждому;
11. Возможность выбора разных панелей управления;
12. Мощная система охлаждения для горелки с центробежным насосом;
13. Удобство технического обслуживания благодаря удобному расположению узлов внутри аппарата;
14. Защита от перегрева благодаря встроенному реле;
15. Расширение возможностей в зависимости от потребностей без дополнительных инструментов;
16. На 100 % проверено и протестировано.

Технические характеристики	
Диапазон регулирования сварочного тока, А	5-300
ПВ при температуре окружающей среды	40
Сила тока при ПВ 40% (t=40°C), А	300
Сила тока при ПВ 60% (t=40°C), А	250
Сила тока при ПВ 100% (t=40°C), А	190
Сетевое напряжение (допуски), В	400 (-25%; +20%)
Напряжение холостого хода, В	98
Частота тока в сети, Гц	50/60
Сетевой предохранитель, А	3 x 16
Максимальная потребляемая мощность, кВА	9,9
Рекомендуемая мощность генератора, кВА	13,5
COSφ	0,99
Габариты аппарата в полной комплектации, мм	980 x 505 x 990
Масса аппарата в полной комплектации	90

Сварочный аппарат TETRIX 300 Plasmas панелью управления CLASSIC		
Тип	Обозначение	Артикул
TETRIX 300 CLASSIC PLASMA	Сварочный источник	090-007019-00502
COOL71 U43	Модуль охлаждения с центробежным насосом	090-008220-00502
TROLLY 70-3 DF	Транспортная тележка	090-008159-00000
PWH 150 4M	Горелка для плазменной сварки,4м	094-008783-00000
WK50QMM 4M KL	Кабель заземления, зажим	092-000003-00000
DM4 5L/MIN	Редуктор давления Flowmeter	094-001812-00001
DM5 16L/MIN H2	Редуктор давления Flowmeter	094-001813-00001
G1 G1/4 R 2M	Газовый шланг	094-000010-00001
2M-G1/4"+G3/8"/DIN EN 559	Газовый шланг	092-000525-00001

Сварочный аппарат TETRIX 300 Plasmas панелью управления COMFORT		
Тип	Обозначение	Артикул
TETRIX 300 COMFORT PLASMA	Сварочный источник	090-007020-00502

COOL71 U43	Модуль охлаждения с центробежным насосом	090-008220-00502
TROLLY 70-3 DF	Транспортная тележка	090-008159-00000
PWH 150 4M	Горелка для плазменной сварки,4м	094-008783-00000
WK50QMM 4M KL	Кабель заземления, зажим	092-000003-00000
DM4 5L/MIN	Редуктор давления Flowmeter	094-001812-00001
DM5 16L/MIN H2	Редуктор давления Flowmeter	094-001813-00001
G1 G1/4 R 2M	Газовый шланг	094-000010-00001
2M-G1/4"+G3/8"/DIN EN 559	Газовый шланг	092-000525-00001

Сварочный аппарат TETRIX 300 Plasmas панелью управления SYNERGIC		
Тип	Обозначение	Артикул
TETRIX 300 SYNERGIC PLASMA	Сварочный источник	090-007021-00502
COOL71 U43	Модуль охлаждения с центробежным насосом	090-008220-00502
TROLLY 70-3 DF	Транспортная тележка	090-008159-00000
PWH 150 4M	Горелка для плазменной сварки, 4м	094-008783-00000
WK50QMM 4M KL	Кабель заземления, зажим	092-000003-00000
DM4 5L/MIN	Редуктор давления Flowmeter	094-001812-00001
DM5 16L/MIN H2	Редуктор давления Flowmeter	094-001813-00001
G1 G1/4 R 2M	Газовый шланг	094-000010-00001
2M-G1/4"+G3/8"/DIN EN 559	Газовый шланг	092-000525-00001

Возможные дополнительные опции

Тип	Обозначение	Артикул
EH50 4M	Электрододержатель	092-000004-

		00000
TIG 450 WD 4M 8P 2T UD	Горелка TIG 4м, жидкость	094-010994-00200
PWM 150	Горелка для плазменной сварки, применяемой при механизации	094-008784-00000
POWERSHIELD II 5-13	Маска сварщика «Хамелеон»	094-013727-00000
POWERSHIELD II 9-13	Маска сварщика «Хамелеон»	094-013728-00000
RS POWERSHIELD	Рюкзак для маски POWERSHIELD	098-003542-00000
DM1 32L/MIN 3/4 - 3/8	Редуктор давления	094-011763-00000
G1 3/4 - 3/8 2M		

У чистого алюминия электропроводность почти в 4 раза лучше, чем у стали, поэтому процедура его сварки осложнена технологическими особенностями. Так же значительно выше теплопроводность, из-за этого необходимо замедлить скорость состыковки. Чтобы избежать образования пор на соединительном шве конструкций из алюминиевых сплавов и алюминия, нужно заранее нагреть детали и применить инертный защитный газ. Чаще всего используют гелий, или смесь аргона и гелия. Места будущих сварных швов перед процессом должны быть хорошо очищены от масляных и жировых загрязнений.

Если при сварке вы будете использовать алюминиевую проволоку, то хранение во вскрытой упаковке должно быть минимальным по времени. Поверхность проволоки быстро окисляется, что приводит к ее порче. Так как алюминиевая проволока мягче, чем стальная, профессионалы советуют использовать четырехроликовое подающее устройство. Тогда прижимное усилие распределится на обе пары роликов, оснащенных U-образной канавкой. Она защищает от повреждений поверхность проволоки.

Самым распространенным видом импульсно-дуговой сварки является интерпульс-метод. Он имеет свои преимущества: уменьшение нагрева шва, качество и внешний вид шва как при TIG-сварке, уменьшение термических деформаций заготовки.

Сварка неплавящимся электродом

В качестве электрода используется стержень, изготовленный из графита или вольфрама, температура плавления, которых выше температуры, до которой они нагреваются при сварке. Сварка чаще всего проводится в среде защитного газа (аргон, гелий, азот и их смеси) для защиты шва и электрода от влияния атмосферы, а также для устойчивого горения дуги. Сварку можно проводить как без, так и с присадочным материалом. В качестве присадочного материала используются металлические прутки, проволока, полосы.

Технические возможности сварочных инверторов.

Они совершенно уникальны. Практически, инвертор с микропроцессорным управлением "думает" за сварщика, непрерывно анализируя ситуацию на дуге. Вот только некоторые программы, заложенные в микросхемы процессора:

- Отключение напряжения на дуге при коротком замыкании (КЗ) электрода на свариваемую деталь (функция "anti sticking"). Срабатывает, через 0,5 сек. после начала КЗ. Прилипания, или как еще говорят "примораживания" электрода и нагрева аппарата не происходит.

- А вот при правильном возбуждении дуги - легким касанием ("чирканьем") электрода о деталь, инвертор генерирует дополнительный импульс тока (функция "hot start"). Возбуждение дуги существенно облегчается.

- При неизбежных небольших местных КЗ в процессе сварки, инвертор генерирует серию коротких, но мощных импульсов тока, которые разрушают образующиеся перемычки из жидкого металла (функция "arc force"). Это особенно важно при сварке короткой дугой.

- В результате, используя сварочный инвертор, мы получаем:

- Стабильный постоянный ток, не зависящий от скачков входного напряжения;

- Очень незначительное разбрызгивание металла при сварке;

- Широкие возможности настройки режима для всех видов сварки плавлением - штучным электродом, аргоно-дуговой и полуавтоматической;

- Исключительно низкое энергопотребление, что очень важно при включении инвертора в бытовую сеть или при его питании от электрогенератора;

- Высокое качество сварного шва - за счет высокочастотной составляющей, происходит обжатие и стабилизация дуги, отсутствует эффект магнитного дутья, улучшается структура наплавленного металла.

Области применения сварочных инверторов.

Это все виды электродуговой и плазменной сварки и резки, ограничений здесь нет. Полный переход всей сварочной техники и технологии на инверторные источники питания сдерживает только инерция мышления и повсеместно налаженное производство традиционных сварочных аппаратов. На перепрофилирование развернутого производства обычных трансформаторов и выпрямителей, конечно же, необходимо и время и деньги.

Сегодня инверторы успешно применяются в следующих видах сварки:

- Ручная дуговая сварка штучным электродом, часто обозначаемая аббревиатурой MMA (metal manual arc). Здесь сварочные инверторы получили наиболее широкое распространение. Это обусловлено, в первую очередь, малым весом и низким энергопотреблением аппарата. Сварщик легко перемещается вместе с аппаратом, подключая его к любой, в том числе бытовой электропроводке.

– Аргонно-дуговая сварка (TIG - tungsten inert gas) на постоянном и переменном токе. Здесь преимущества инверторной схемы проявляются не столько в весе и энергопотреблении аппарата, сколько в возможности точной регулировки многочисленных параметров режима. Для аргонно-дуговой сварки это очень важно, так как с ее помощью варят ответственные изделия с высокими требованиями к качеству и внешнему виду шва.

– Полуавтоматическая сварка (MIG/MAG - metal inert/active gas). Здесь инверторные схемы источников питания дают уникальную возможность так регулировать перенос металла (капельный, струйный, с периодическими замыканиями и т.д.), что можно почти устранить разбрызгивание металла, а это один из главных недостатков этого вида сварки.

– Плазменно-дуговая резка (PAC - plasma arc cutting) - это новая передовая технология. Скорость резки высокая, а кромка ровная и аккуратная - сразу под сварку. И здесь инверторные аппараты CUT нашли свое достойное место благодаря их "умению" обеспечить стабильность основной и дежурной дуги, а главное вследствие мобильности этих аппаратов.

4. Порядок выполнения работ

4.1 При сварке алюминия горелка устанавливается вертикально под углом 15-20 градусов.

4.2 Соединительные детали и сопло горелки должны находиться друг от друга на расстоянии 10-15 мм. Если оно больше, увеличьте давление газа, чтобы защитить сварочную ванну.

5. Содержание отчёта

5.1 Аппараты для сварки TIG переменным/постоянным током (AC/DC)

5.2 Выбор сварочного инвертора.

5.3 Технические характеристики.

6. Контрольные вопросы

6.1 Как работает инверторная технология?

6.2 Способы регулирования режима инверторной сварки

6.3 Области применения сварочных инверторов.

6.4 Выбор сварочного инвертора.

Практическая работа № 13

Тема: *Техника безопасности при выполнении электродуговой резки*

1. Цель работы

Приобрести практические навыки при изучении техники безопасности при выполнении электродуговой резки

2.Ход выполнения работы

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Опишите технику безопасности при выполнении электродуговой резки
3. Опишите предельно допустимые концентраций различных веществ в воздухе рабочих помещений

3.Теоретические сведения

Защита от поражения электрическим током. При исправном состоянии оборудования и правильном выполнении сварочных работ возможность поражения током исключается. Однако в практике поражение электрическим током происходит вследствие неисправности сварочного подключения сварочного оборудования к сети, неправильного ведения сварочных работ.

В этих случаях поражение от электрического тока происходит при прикосновении к токонесущим частям электропроводки и сварочной аппаратуры. Величина тока, проходящего через организм человека, зависит от его электрического сопротивления.

Это сопротивление определяется не только условиями труда, но и состоянием организма человека (утомленность, состояние здоровья). Опасность поражения сварщика и подсобных рабочих током особенно велика при сварке крупногабаритных резервуаров, во время работы внутри емкостей лежа или полу лежа на металлических частях свариваемого изделия или при выполнении наружных работ в сырую погоду, в сырых помещениях, котлованах, колодцах и др.

Поэтому сварочные работы должны выполняться при соблюдении основных условий безопасности труда. Корпус сварочного агрегата или трансформатора должен быть заземлен. Заземление осуществляется, как правило, с помощью медного провода, один конец которого закрепляется к корпусу сварочного генератора или трансформатора к специальному болту с надписью, а второй конец присоединяется к заземляющей шине. Заземление передвижных сварочных аппаратов и генераторов производится до их включения в сеть, а снятие заземления – только после отключения от силовой сети.

При наружных работах сварочные агрегаты и трансформаторы должны находиться под навесом, в палатке или в будке для предохранения от дождя и снега. При невозможности соблюдения таких условий сварочные работы во время дождя или снегопада не производят, а сварочную аппаратуру укрывают от воздействия влаги.

Для подключения сварочных аппаратов к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Длина проводов сетевого напряжения не должна превышать 10 метров.

При работах внутри резервуара или при сварке сложной металлической конструкций к сварщику назначают дежурного наблюдателя, который должен обеспечить безопасность работ и при необходимости оказать первую помощь.

Защита зрения и кожи лица от излучения и ожогов. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Яркость видимых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому, если смотреть на дугу невооруженным глазом, то она производит ослепляющее действие. Продолжительное действие этих лучей вызывает ослабление зрения. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), что может привести к временной или полной потере зрения. Кроме того, тепловое действие инфракрасных лучей вызывает ожоги кожи лица.

Ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном действии в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электроофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. Продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами (в течение 2-4 ч) вызывает ожоги кожи. Для защиты зрения и кожи лица от световых и невидимых излучений электрической дуги электросварщики и их подручные должны закрывать лицо щитком, маской или шлемом, смотровые отверстия в которых вставлено специальное стекло – светофильтр.

Вентиляция рабочих мест необходима для удаления пыли и газов, выделяющихся при сварке. Особое загрязнение воздуха вызывается некачественными электродами. При этом состав пыли и газов определяется содержанием покрытия электрода и составом свариваемого и электродного (или присадочного) металла. Сварочная пыль (так называемая аэрозоль) представляет собой мельчайшие частицы окислов металлов и минералов. Основными составляющими являются окислы железа (60-70%), марганца, кремния, хрома, фтористых и других соединений.

Назначение и характеристика светофильтров

Таблица 3.

Номер Свето-фильтра	Виды работ, требующие применения светофильтров	Тип светофильтра	Проницаемость лучей, %
Видимых	Инфра-красных	Ультра-фиолет	
	Электродуговая сварка при сварочном токе до 100а То же, при сварочном токе до 300а То же при сварочном токе до 500а При выполнении подсобных работ	ЭС-100 ЭС-300 ЭС-500 ГС-3	0,03-0,08 0,0035-0,015 0,0005-0,2-0,5
			1,0 0,3 0,1 3,0

Наиболее вредными веществами, входящими в состав обмазки, флюса и металла электрода, являются хром, марганец и фтористые соединения. Кроме аэрозоли, воздух в рабочих помещениях при сварке загрязняется различными вредными газами, например, окислами азота, углерода, фтористым водородом и др. экспериментально установлены предельно допустимые концентрации вредных газов и пыли в воздухе рабочих помещений.

Предельно допустимые концентраций различных веществ в воздухе рабочих помещений мг/м³:

- Марганец и его соединения 0,3
- Хром и его соединения 0,1
- Свинец и его соединения 0,01
- Цинковые соединения 5,0
- Окись углерода 20,0
- Фтористые водород 0,5
- Окислы азота 5,0
- Бензин, керосин 300,0

Практическая работа №14

Тема: Плазменно-дуговая резка

1.Цель работы

Приобрести практические навыки при изучении оборудования и технологии плазменно-дуговой резки.

2.Ход выполнения работы

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Начертить принципиальную схему процесса плазменной резки
3. Начертить принципиальную схему процесса плазменно-дуговой резки
4. Начертить таблицу режимы резки
5. Ответить на контрольные вопросы

3.Теоретические сведения

Плазма - это газ, состоящий из положительно и отрицательно заряженных частиц в таких пропорциях, что общий заряд равен нулю, т. е. плазма представляет собой смесь электрически нейтральных молекул газа и электрически заряженных частиц, электронов и положительных ионов.

Наличие электрически заряженных частиц делает плазму чувствительной к воздействию электрических полей.

Плазма вследствие наличия в ней электрически заряженных частиц является электропроводной, и при действии электрических полей в плазме возникают электрические токи. Чем выше степень ионизации, тем выше электропроводность плазмы. Токи в ней отклоняются под действием магнитных полей. Ускорения, сообщаемые заряженным частицам действием электрических и магнитных полей путем соударения

передаются нейтральным частицам газа, и весь объем плазмы получает направленное движение, образуя струю, поток или факел горячего газа.

Электрические поля, воздействуя на плазму, сообщают энергию заряженным частицам, а через эти частицы и всей плазме. В результате такой передачи энергии температура плазмы может достичь 20 000-30 000 °С. Поэтому, чем больше имеется свободных электронов в веществе и чем быстрее они движутся, тем больше проводимость вещества, так как свободно движущиеся электроны переносят электрические заряды. Иначе говоря, плазма - это токопроводящий газ, нагретый до высокой температуры.

Сущность плазменной резки состоит в проплавлении металла мощным дуговым разрядом, локализованным на малом участке поверхности разрезаемого металла с последующим удалением расплавленного металла из зоны реза высокоскоростным газовым потоком.

Холодный газ, попадающий в горелку, обтекает электрод и в зоне дугового разряда приобретает свойства плазмы, которая затем истекает через отверстие малого диаметра в сопле в виде ярко светящейся струи с большой скоростью и температурой, достигающей 30 000°С и выше.

Принципиальная схема плазменной резки приведена на *рис. 1*.

В зависимости от применяемой электрической схемы плазменная резка металлов может выполняться независимой и зависимой дугами. Схема плазменной резки дугой прямого действия приведена на *рис. 52, а*, а дугой косвенного действия на *рис. 2, б*. Конструкция плазменной горелки приведена на *рис. 3*.

В *табл. 1* приводятся ориентировочные режимы резки.

Плазмообразующий газ - система, преобразующая подводимую электрическую энергию в тепловую, передаваемая разрезаемому металлу. Поэтому желательно, чтобы газ имел высокий потенциал ионизации и находился в молекулярном состоянии. Такими газами являются аргон, азот, водород, гелий, воздух и их смеси.



Рис. 1. Принципиальная схема процесса плазменно дуговой резки: 1 - вольфрамовый электрод, 2 - медное водоохлаждаемое сопло, 3 - наружное сопло, 4 - плазменная струя, 5 - разрезаемый металл, 6 - изоляционная шайба, 7 - балластное сопротивление, 8 - источник питания

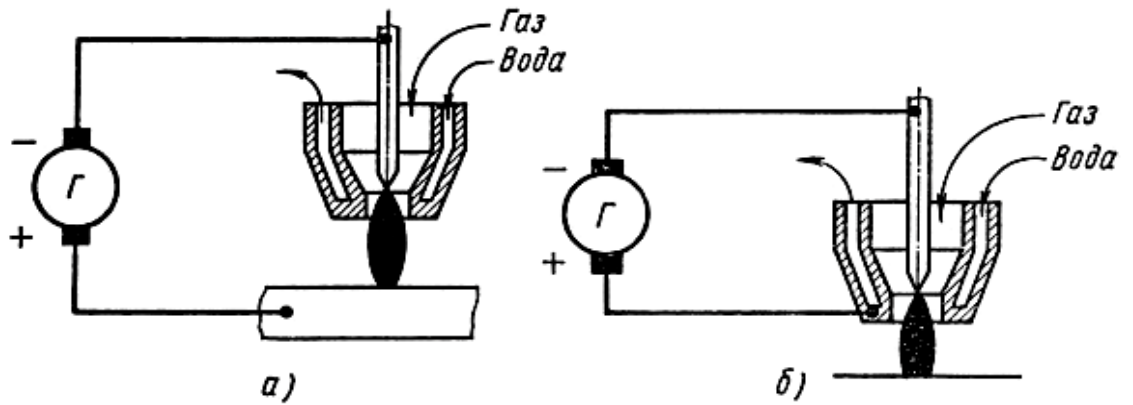


Рис.2. Принципиальная схема процесса плазменно-дуговой резки а - прямого, б - косвенного действия

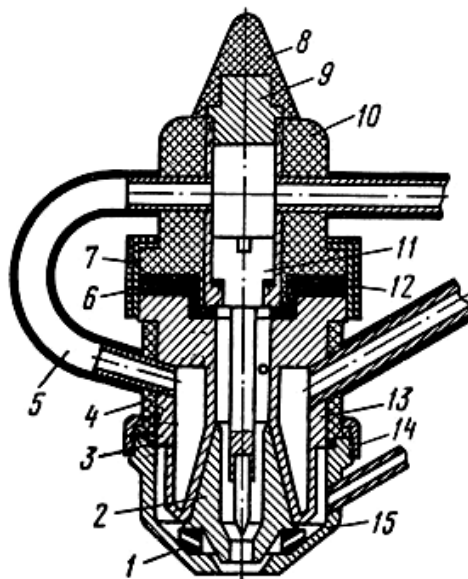


Рис. 3. Конструкция горелки для плазменно-дуговой резки: 1 - магнетитовое кольцо, 2 - сопло, 3 - резиновая прокладка, 4, 6, 8, 10 - изоляционное покрытие, 5 - резиновая трубка, 7 - соединительная гайка, 9 - пробка, 11 - катодный узел, 12 - резиновая прокладка, 13 - корпус сопла, 14 - соединительная гайка, 15 - наружное

Режимы резки

Таблица.1

Параметры резки	Разрезаемый материал	
	Ст 3, толщина 18 мм	Сталь 1Х18Н9Т, толщина 20 мм
Ток, А	300	340
Напряжение дуги, В	65	75
Диаметр сопла, мм	3,5	3,5
Диаметр электрода, мм	4	4
Расстояние сопла до изделия, мм	5	5
Расход аргона, л/мин	10	10
Расход воздуха, м ³ /ч	5	5
Скорость резки, м/ч	60	40

11.

Контрольные вопросы:

1. Что называется плазмой?
2. Сущность плазменной резки.
3. Какие газы применяются при плазменной резке?

Информационное обеспечение

Основная литература

1. Технология изготовления сварных конструкций [Электронный ресурс]: учебник/В.В.Овчинников - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с. – (Профессиональное образование). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=503310>
2. Сварка: введение в специальность [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А.Фролов, В.В.Пешков и др.; Под ред. проф. В.А.Фролова - 4 изд., перераб. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 384 с.
3. Сварка и резка цветных металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Г. Быковский, В.А. Фролов, В.В. Пешков. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.: + (Доп. мат. znanium.com). – (Бакалавриат). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=453254>
4. Производство сварных конструкций [Электронный ресурс]: учебник/В.В.Овчинников - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. – (Профессиональное образование). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=500249>

Дополнительная литература

1. Лупачев В. Г. Общая технология сварочного производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лупачев В. Г. - 2-е изд. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с.– (Профессиональное образование). — Доступ из ЭБС «Znanium.com». – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=484830>
2. Справочник техника-сварщика [Электронный ресурс]: / В.В. Овчинников. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 304 с.
3. Электрическая дуговая сварка [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /В.С. Виноградов. - 8-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2015. 320 с.
4. Охрана труда при производстве сварочных работ [Текст]: учебное пособие /В.В. Овчинников. - 5-е изд. стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2015. - 64 с.
5. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /В.В. Овчинников. - 3-е изд., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2013. - 240 с.
6. Сварочное дело: Сварка и резка металлов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /Г.Г. Чернышов. - 9-е изд. , стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2015. - 496 с.
7. Наплавка металлов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /В.П. Лялякин, Д.Б. Слинко. - М.: Издательский центр " Академия", 2016. - 192 с.
8. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений [Текст]: учебник для нач. проф. образования /В.В. Овчинников. - М.: Издательский центр "Академия", 2013. - 224 с.
9. Вознесенская И.М. Основы теории ручной дуговой сварки: теоретические основы профессиональной деятельности [Текст]: Учеб. пособие /И.М. Вознесенская. Под ред. С.В. Соколовой. – М.: Академкнига / Учебник, 2005. – 160 с.